Die Bewegung des Wasserstandes des Zürichsee's während 70 Jahren und Mittel zur Senkung seiner Hochwasser

Wetli, Kaspar

Zürich, 1885



DIE

BEWEGUNG DES WASSERSTANDES

DES

ZÜRICHSEE'S

während 70 Jahren

und

Mittel zur Senkung seiner Hochwasser.

Bericht an die Tit. Direktion der öffentlichen Arbeiten
des Kantons Zürich

von

K. WETLI
Strassen- und Wasserbau-Inspector.

Mit 11 Tabellen und 16 Tafeln.

ZÜRICH.
LITHOGRAPHIE, DRUCK UND VERLAG VON HOFER & BURGER.
1885.



DIE BEWEGUNG DES WASSERSTANDES DES ZÜRICHSEE'S während 70 Jahren und Mittel zur Senkung seiner Hochwasser.

Bericht an die Tit. Direktion der öffentlichen Arbeiten
des Kantons Zürich

von

K. WETLI
Strassen- und Wasserbau-Inspector.

Mit 11 Tabellen und 16 Tafeln.

ZÜRICH.
LITHOGRAPHIE, DRUCK UND VERLAG VON HOFER & BURGER.
1885.



Inhaltsverzeichniss.

Beilagen.

Tabellen:

Tafeln mit graphischen Darstellungen:

Einleitung.

Im Hinblick auf das Gesetz betreffend die Correction öffentlicher Gewässer vom 10. December 1876 soll im Nachfolgenden die Frage behandelt werden, ob und in welcher Weise die öffentlichen Interessen die Anwendung desselben auf den Zürichsee erheischen. Eine Correction kann sich hier selbstverständlich nur auf eine bessere Regulirung des wechselnden Wasserstandes beziehen. Die Höhe des Seespiegels ist nur selten auf längere Dauer im Beharrungszustande, dieselbe nimmt zu oder ab, je nachdem der Zufluss oder der Abfluss einschliesslich die Verdunstung überwiegt. Die Grösse der Schwankung ist für die reich kultivirten Seegestade von grosser Bedeutung. Die Ufer sind grösstentheils künstlich hergestellt zur Gewinnung von Boden zu Gärten, Strassen, öffentlichen Plätzen, Gebäuden etc. und überragen kaum die höhern Wasserstände. Ueberfluthungen oder zu hohes Grundwasser beeinträchtigen besonders wegen ihrer langen Dauer die Pflanzungen und die Benutzung der Gebäude in hohem Grade. Zu tiefe Wasserstände erschweren die Schifffahrt bezüglich mancher Landungsplätze und begünstigen Uferabrutschungen. Nicht minder nachtheilig mögen die grossen Schwankungen im Wasserstand die sanitarischen Verhältnisse beeinflussen. Die Erzielung eines möglichst gleichmässigen, nicht zu hohen und nicht zu niedern Wasserstandes liegt deshalb im hohen Interesse der Uferbewohner und wurde seit langer Zeit angestrebt.

Eine der wohlthätigsten Wirkungen der See'n beruht in der Ausgleichung der abfliessenden Wassermengen, indem ausserordentliche Zuflüsse zu ihrer Füllung zum Theil absorbirt und der Abfluss dadurch verzögert und gemässigt wird. Dieses Verhalten des Zürichsee's bestimmt den Character der Limmat. Würde das dem Wallensee und Zürichsee zufliessende Wasser das Thal unmittelbar durchfliessen, so würde die Wassermenge bei und unterhalb Zürich viel grössern Veränderungen ausgesetzt sein als unter gegenwärtigen Verhältnissen, und in Vereinigung mit der Sihl gestaltete sich ein Wildwasser durch das Limmatthal ähnlich der Töss, der Thur etc. Die Sihl an sich als unmittelbarer Abfluss aus dem Sammelgebiet hat diesen wilden Character, verliert ihn jedoch

durch die Aufnahme des gleichmässigern Ausflusses aus dem See. Damit aber der See die erforderliche Ausgleichung bewirken kann, ist ein gewisser Spielraum im Wasserstande nothwendig, der durch künstliche Mittel nicht zu sehr eingeschränkt werden darf.

Ausser diesen allgemeinen Gesichtspunkten kommen Privatrechte der Wasserwerksbesitzer an der Limmat in Frage. Der Abfluss aus dem See ist kein freier, natürlicher. Seit alter Zeit bestehen in der Stadt namentlich zwei Schwelleinrichtungen im Limmatbett, die eine beim obern, die andere beim untern Mühlesteg, zu welchen in neuerer Zeit eine dritte oberhalb der Sihlmündung für das städtische Wasserwerk hinzukam. Dass Gefäll vom See bis zur Sihl wird durch diese Einbauten gebrochen und der freie Abfluss durch künstliche Fixirung der Sohle und durch Schleusen zu Gunsten der Wasserwerke modifizirt. Die Beseitigung dieser Hindernisse könnte nur auf dem Wege der Expropriation kostspieliger Gewerbe bewerkstelligt werden.

Neben dem Hauptabfluss durch die Limmat existirt ein zweiter durch den Schanzengraben, welcher seit 1862 in die Sihl ausmündet und besonders wegen bisweilen durch letztere eintretenden Rückstauungen ebenfalls mit Schleusen versehen ist. Vor 1862 war noch ein dritter kleinerer Abflusscanal, der sogenannte Fröschengraben, vorhanden.

Zur Untersuchung, ob und in welchem Maasse die schädlichen extremen Wasserstände des See's beseitigt oder vermindert werden könnten, ohne die entgegenstehenden Interessen zu sehr zu beeinträchtigen, ist es vor allem nothwendig, sich über das bisherige Verhalten des See's und die Erfolge der im Laufe der Zeit an den Abflussverhältnissen vorgenommenen Veränderungen in Bezug auf den Seestand genaue Rechenschaft zu geben. Das zu diesem Zwecke verfügbare Material umfasst die während 70 Jahren täglich vorgenommenen Pegelbeobachtungen, welche nicht allein in hydrotechnischer, sondern auch in meteorologischer Beziehung werthvolle Ergebnisse darzubieten geeignet sind.

Ausser den Originalbeobachtungen und Berichten der vormaligen Wasserbaubehörden waren zur Disposition: Eine im Jahre 1854 gedruckte Abhandlung »über die Höhenänderungen des Zürichsee's von H. Pestalozzi, Ingenieur-Oberst«, welche sich auf Beobachtungen der Jahre von 1811 bis 1852 bezieht, ferner die Broschüre »die Abflussverhältnisse des Zürichsee's von G. H. Legler, Linth-Ingenieur, 1868.«

Einführung der Pegel und regelmässiger Beobachtung.

Seit dem 24. Februar 1810 besteht bei der Bauschanze am Ausfluss des See's ein in seiner Höhenlage bis jetzt unverändertes Wassermaass. Dieser Pegel, ursprünglich in Zürcherfuss und Decimalzolle getheilt, hat den Nullpunkt 2 Zoll unter dem seither beobachteten niedrigsten Wasserstand und wurde von Herrn Escher zum Felsenhof, dem Gründer des Etablissements Escher, Wyss & Comp., im Interesse dieses Wasserwerkes errichtet und 10 Jahre lang in seinem Auftrage täglich beobachtet bis Stadt- und Staatsbehörden die Sache an Hand nahmen. Der Zürcherfuss stimmt sehr nahe mit dem später eingeführten Schweizerfuss, nämlich im Verhältniss von 1 : 1,0046, überein, so dass bei spätern Auswechselungen mit neuen Scalen nach Schweizermaass (1 Fuss = 0,3 m.) über demselben Nullpunkt keine merklichen Abweichungen von der ursprünglichen Theilung vorgekommen sein können.

Im Jahre 1845 wurde an gleicher Stelle ein zweiter Pegel aufgestellt, dessen Nullpunkt über dem höchsten Wasserstand liegt und 95 Zoll des alten Pegels entspricht. Gleichzeitig wurden beim obern Steg, beim untern Steg, am langen Steg (Papiererwerd), Mitte Platz und bei der Platzspitze (Einmündung der Sihl) und im October 1866 bei Wipkingen Pegel errichtet, deren Nullpunkt der Horizontalen durch den neuen Nullpunkt an der Bauschanze entspricht. An diesen sämmtlichen Pegeln werden seither die Wasserstände täglich abgelesen. Die gleichzeitigen Ablesungen, in Abständen im Verhältniss der Pegeldistanzen aufgetragen, stellen jeweilen das Längenprofil des Wasserspiegels der Limmat dar.

Für den See liegen nun bis 1880 für eine ununterbrochene Reihe von 70 Jahren die täglichen Beobachtungen in Zollen des zehntheiligen Schweizerfusses (= 0,3 m.) vor. Bei Einführung des Metermaasses 1877 wurden nur der neue Pegel am See und die Pegel an der Limmat nach diesem Maass eingetheilt, während der alte Pegel an der Bauschanze unverändert blieb. Da nun die Aufzeichnungen grösstentheils nach Fussmaass stattgefunden haben, so wird auch für die hier aufzuführenden Resultate dieses Maass beibehalten.

Die Limmat und deren Umgestaltung.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts hatte die Limmat durch die Stadt Zürich in mancher Beziehung ein anderes Aussehen als jetzt. Die Ufer waren unregelmässiger und innerhalb des Flussbettes waren viel zahlreichere Bauten verschiedener Art vorhanden. Am Ausfluss bei der Bauschanze war ein Palisadenabschluss mit dem sogenannten Grendelgebäude als Theil der Festungswerke vorhanden. Zwischen der Bauschanze und der Wasserkirche stand der Wellenbergthurm mitten im Flusse; vom Helmhaus führte ein Steg mit vielen Jochen, mit welchen Fangdämme und ein Wasserwerk verbunden waren, an das linke Ufer. An der untern Brücke beim Rathhaus waren gleichfalls Fangdämme und Wasserrad angebracht. In der Schipfe stand das Pumpwerk mit Wasserfassung, deren letzte Reste erst in jüngster Zeit beseitigt wurden. An den beiden Mühlestegen war gleichsam die ganze Flussöffnung der Willkühr der Wasserwerksbesitzer Preis gegeben. An der Spitze des Papiererwerd führte der lange Steg mit zahlreichen Jochen über den Fluss. Am rechten Ufer standen vom untern Mühlesteg bis Neumühle drei Mühlen mit langen Fangarmen in dem Flussbett. Die Sihl mündete etwas weiter oberhalb in die Limmat und vermehrte die Stauung. Ueberdies war die ganze Strecke von der Bauschanze abwärts mit allerlei Fischereivorrichtungen verrammelt etc. Dieser Zustand war noch im Jahr 1817 vorhanden, in welchem der See eine Höhe wie seither nie mehr erreichte, und ist als wesentliche Ursache der ausserordentlichen Stauung anzusehen. Aeltere Aufzeichnungen melden noch höhere Stände und soll der Fraumünsterplatz mehrmals überschwemmt worden sein.

Im Laufe der letzten 70 Jahre wurden mancherlei Veränderungen vorgenommen, welche alle von mehr oder weniger Einfluss auf das Abflussvermögen und den Seestand waren. Den Hauptanstoss für bezügliche Verbesserungen gab die Unternehmung der Linthcorrection. Man befürchtete damals, dass durch die Einführung der Glarnerlinth in den Wallensee und die Abkürzung des Wasserlaufes im neuen Canal durch das 3 Stunden lange Thal zwischen dem Wallensee und dem Zürichsee dem letztern zeitweise eine grössere Wassermasse zugeführt werden möchte, als bei dem frühern Zustand und war deshalb auf Vermehrung des Abflusses bedacht.

Zu diesem Zwecke wurde auf Anregung von Escher von der Linth von der Regierung des Kantons Zürich am 12. Juni 1807 eine besondere Wasserbaucommission niedergesetzt. In dem Bericht derselben vom 19. März 1808 an den kleinen Rath wird als Zweck der vorgeschlagenen Aenderungen nicht die eigentliche Tieferlegung des See's bezeichnet, sondern, dass die Wasserfläche des Zürichsee's in Zukunft nicht mehr bedeutend über deren mittlere Höhe anschwelle, also bei grösserem Zufluss von Wasser durch die Linth auch ein verhältnissmässiger Abfluss stattfinde, die flachen Gegenden des Obersee's vor dem, durch den in Zürich gehemmten Abfluss, bewirkten Zurücktreten des Wassers und die Stadt Zürich selbst vor dem Austreten der Limmat gesichert werde. Im Weitern wird von der Commission gesagt, wenn sie dies Problem zu lösen

habe, so müsse sie auf der andern Seite auch die Erhaltung der vielen kostbaren und zum Theil unentbehrlichen Wasserwerke aller Art, die von der Limmat getrieben werden, nie aus den Augen verlieren und desnahen ihr festes Augenmerk bei ihren Berathungen dahin richten, dass bei allen zu treffenden Anstalten für diese Mühl- und Wasserwerke hinreichendes Wasser beibehalten und die neuen Abzugsmittel nur bei grossem Wasser bedeutend wirksam seien, bei kleinerem hingegen den Zufluss der geringen Wassermasse den Mühlegewerben nicht entziehe.

Das Resultat der gemachten Vorschläge war zunächst, dass gemäss einem Bericht von Escher von der Linth vom 18. Januar 1813 die Ausmündung der Sihl zur Verhütung der Rückstauung der Limmat etwas weiter abwärts verlegt, das Limmatbett vom untern Mühlesteg abwärts so wirksam gereinigt wurde, dass dadurch ein grosser Theil der Schwellunganstalten am untern Mühlesteg überflüssig wurde. Ueberdies wurde der Durchfluss beim Papiererwerd erweitert und damit ein freier Abfluss des Hinterwassers der obern Mühlen geschaffen, um im gleichen Verhältnisse auch die Schwellanstalten am obern Steg zu verringern.

Die Anhandnahme weiterer Arbeiten zur Verbesserung des Wasserabflusses verzögerte sich bis zum Jahr 1821. Im September dieses Jahres gelang es, das an der Stelle des engsten Profils bei der untern Brücke angebrachte grosse Wasserrad mit dazu gehörigen Pfeilern, Kettwänden und Fangdämmen zu entfernen, 1823 wurde ein grosser Stein im Limmatbett unterhalb der untern Brücke gesprengt, eine Doppelschleuse für die Schifffahrt am untern Mühlesteg errichtet und 1824 wurden die Joche der untern Brücke regulirt.

Nach einer zweiten längern Pause wurden um die Mitte der 1830er Jahre weitere bedeutende für den Wasserabfluss grösstentheils günstige Veränderungen im Limmatbett vorgenommen, von denen besonders erwähnenswerth sind: Bei Erbauung der Münsterbrücke und der dazu führenden Quais, die Schliessung der Gewölbe unter der Wasserkirche und dem Helmhaus, die Entfernung der vielen Pfeiler der alten Brücke, des daran liegenden Pumpwerkes mit beiden Fangdämmen, der Palisaden und des Grendelgebäudes, die Abtragung des Wellenbergthurmes mitten im Flussbett zwischen der Wasserkirche und der Bauschanze und die Austiefung des Seegrundes und der Flusssohle in der Umgebung. Daran schliessen sich im untern Stadttheil die Erstellung der Quais von der abgetragenen Spitalmühle nach der Neumühle mit Canal, Ueberfallswuhr und Freischleusen und eine beträchtliche Austiefung des Limmatbettes bei der Neumühle.

Die Frage über eine noch durchgreifendere Regulirung des Seeabflusses wurde bei Gelegenheit der Schleifung der Schanzen und der damit verbundenen Aenderung des Schanzengrabens wiederholt sorgfältigen Prüfungen unterworfen. In den Berichten vom 10. März 1838 einer bezüglichen Commission bestehend aus den Herren Negrelli, Pestalozzi, Ingenieur, Caspar Escher zum Felsenhof und Hegner wurde hervorgehoben, dass das Uebel, an welchem der Fluss leide, sich hauptsächlich am obern Mühlesteg befinde, dass hier das Limmatprofil eine um circa 27 Fuss grössere Oeffnung entsprechend der bei der untern Brücke als normal angesehenen Weite von 176 Fuss erhalten sollte und dass das einfachste Mittel darin bestände, einen der dortigen Mühlegewerbe anzukaufen, wie es schon 30 Jahre früher von Escher von der Linth empfohlen wurde.

Bevor dieser Vorschlag einen Erfolg hatte, brannten am 4. März 1842 drei Mühlen am obern Steg nieder. Während der Verhandlung über den Wiederaufbau ergriff das Wasserbaudepartement den Anlass auf die Erwerbung eines Mühlegebäudes einzuwirken, um auf dem Raume desselben Freischleusen anbringen zu können. Man fand, es liege nicht blos im Interesse der Seeufer, sondern auch im Interesse der Wasserwerksbesitzer. Als Vortheile für diese wurden erkannt, die Vermehrung der Triebkraft für die übrigen Räder bei Wassermangel, die Verminderung der Gefahr für die Gewerbe bei Hochwassern durch Errichtung von Freischleusen und die längere Erhaltung eines mittleren Wasserstandes. Dieselben anerboten daher dem Staate die ehemals Egli'sche Mühle im Werthe von 20,000 Fr. unentgeldlich zu überlassen und auf das bisherige Verfügungsrecht über die Freischleusen und die Schifffahrtsschleuse Verzicht zu leisten, wenn der Staat den Bau von neuen grössern Freischleusen ausführe und beim Gebrauche derselben den Wasserbedarf gehörig berücksichtige.

Von den Bewohnern am See wurden vielfache Bedenken über die Vorschläge laut; man befürchtete, die Schleusenvorrichtungen könnten mehr dem Interesse der Gewerbsbesitzer dienen als zur Verbesserung der Seegestade geeignet sein.

Die Verhandlungen, bei denen auch der Stadtrath von Zürich betreffend Servituten-Loskauf an dem obern Steg besonders betheiligt war, dauerten drei Jahre. Unterm 5. Februar 1845 kam schliesslich folgender Grossrathsbeschluss betreffend die Errichtung einer Anzahl von Freischleusen und einer Schifffahrtskammerschleuse in der Limmat am obern Mühlesteg in Zürich, zum Behuf der Regulirung der Wasserstände des Zürichsee's und der Erleichterung der Limmatschifffahrt zu Stande:

Der Grosse Rath

auf Antrag des Regierungsrathes,

mit Berücksichtigung der zum Zweck dieses Unternehmens gemachten Anerbietungen und geschehenen Erklärungen, nämlich:

a. Des Anerbietens der Besitzer der Wassergewerbe an der Limmat d. d. 25. Mai 1842, den Raum der ehemals Egli'schen Mühle nebst den derselben zugehörenden beiden Radrechtsamen im Werthe von 20000 Schw. Frkn. unentgeldlich an den Staat abzutreten.

b. Der sub 7. December 1843 und 11. Januar 1845 von den Besitzern der Wassergewerbe eingegangenen Erklärungen:

Dass sie das unbedingte Verfügungsrecht des Staates zum Zwecke der Regulirung der Wasserstände und in Berücksichtigung des Wasserbedarfes der Gewerbe sowol über die neu zu errichtenden Schleusen als über die freien Flussöffnungen förmlich anerkennen.

Dass sie die periodische Schliessung und Oeffnung der freien Flussöffnungen und die Einrichtung derselben, sowie die Regulirung der Höhenlage der festen und der beweglichen Gerinnschwellen und der Aufschlagwände ihrer Gewerbe, wie die Bedürfnisse derselben solches erfordern, nach Vorschrift der Aufsichtsbehörde des Staates besorgen und stets unklagbar unterhalten werden, und zwar in der Meinung, dass die im Jahr 1843 bei dem Bau der beiden Mühlen des obern Steges höher gelegten Schwellen der

drei ersten Gerinne, bei der nächsten Hauptreparatur derselben in die Linie der unverändert gebliebenen alten Gerinnschwellen herabgesetzt, diese aber innert Jahresfrist auf eine gleiche Horizontallinie regulirt werden, so dass die festen Gerinnschwellen aller Gewerbe des Steges auf 14′ 2″ 6‴ Schweizermaass unter der an dem steinernen Thürpfosten des Hauses zum grossen Christoffel eingehauenen Marchlinie zu liegen kommen und für die Zukunft in dieser Lage erhalten werden sollen; *) und dass sie, die Gewerbsbesitzer, ferner sich verpflichten, den Schiffleuten beim Durchschleusen der Schiffe in den Kammerschleusen am obern Steg und bei der Neumühle die nöthige Beihülfe zu leisten.

c. Des sub 22. Mai 1843 und 11. Mai 1845 eventuell mit der Stadtgemeinde Zürich abgeschlossenen Vertrages, wonach dieselbe sich verpflichtet, für die künftige Unterhaltung der zu errichtenden Freischleusen eine Aversalsumme von 8000 Fr. an den Staat zu bezahlen und zudem die bisher dem Staate obgelegene Unterhaltung eines Theiles des obern Steges für alle Zukunft zu übernehmen.

d. Die Erklärung der Eigenthümer der Wassergewerbe an der Limmat vom 8. December 1843 und 11. Januar 1845, an die Besoldung des anzustellenden Aufsehers und Besorgers der Regulirungsschleusen eine Aversalsumme von 2000 Fr. an den Staat zu bezahlen.

Und in Erwägung endlich, dass vermittelst der durch den Bau der fraglichen Schleusen zu bewirkenden Regulirung der Wasserstände des See's und der Limmat die Nachtheile allzuhoher und allzuniederer Wasserstände für die Ufer und Uferbauten des See's und der Limmat vermieden und zugleich die Schifffahrt erleichtert werde,

beschliesst:

§ 1. Die hier vorbezeichneten von den Eigenthümern der Limmatgewerbe beider Mühlestege und von der Stadtgemeinde Zürich gemachten Anerbieten werden angenommen und erstere bei ihren Erklärungen behaftet.

---

*) Anmerkung: Die genannte Marchlinie, welche auch an andere Gebäude der Umgebung übertragen wurde, liegt nach dem neuen eidgenössischen Präcisions-Nivellement $3{,}55$ m = $11'\,_{833}$ über dem Nullpunkt des alten Pegels bei der Bauschanze neben dem Stadthaus oder $0{,}70$ m = $2'\,_{333}$ und nach einem Nivellement von 1845 $2'{,}_{39}$ über dem Nullpunkt des neuen Pegels. Der Nullpunkt des alten Pegels wurde gemäss Bericht vom 19. März 1845 des Herrn H. Pestalozzi, Wasserbau-Inspector, auf die Weise versichert, dass unterm 11. Mai 1842 an die untere nördliche Ecke der Mauer der neben dem Pegel liegenden Bauschanze der 9te Fuss des Pegels durch eine waagrechte in den Stein geschnittene Linie mit der beigefügten Zahl 9 übertragen wurde. Ferner wurde die Höhe von 14 Zoll des Pegels unterm 17. März 1845 in die Quaimauer neben dem Pegel und an der vorüberliegenden Mauer der Bauschanze durch folgende eingehauene Zeichen markirt:



Nach dem eidgenössischen Präcisions-Nivellement und der vorläufig angenommenen Höhe des Pierre du Niton in Genf von $376{,}86$ m über Meer entspricht der Nullpunkt des alten Pegels der Höhe von $408{,}45$ m über Meer, der Nullpunkt des neuen Pegels $411{,}30$ m, und die Christoffelmarke am Limmatquai, Haus No. 36 = $412{,}00$ m, während die Bronce-Platte N. F. No. 110 am Helmhaus $412{,}91$ m entspricht.

§ 2. Für die Ausführung der erforderlichen Schleusen wird dem Regierungsrath der Betrag von 14,000 Fr. bewilligt und die von der Stadtgemeinde Zürich anerbotene Summe von 8000 Fr. ebenfalls zu diesem Zwecke angewiesen.

§ 3. Der Regierungsrath wird ermächtigt die Summe von 14,000 Fr., auf einige der nächst folgenden Jahre vertheilt, unter dem Titel »Wasserbauten« sowie im Verfolge den Bedarf für Besorgung und Unterhaltung der Schleusen unter dem gleichen Titel in das Jahresbudget aufzunehmen.

§ 4. Der Regierungsrath wird beauftragt, über die Ausführung des Schleusenbaues, sowie die Besorgung der Schleusen und aller auf den Wasserstand sich beziehenden Vorkehrungen im Limmatbett zum Zweck der Regulirung der Wasserstände des See's und der untern Limmat und der Erleichterung der Limmatschifffahrt eine Aufsicht anzuordnen, über alle dahin einschlagenden Verhältnisse sorgfältige Beobachtungen anzustellen und, begründet auf dieselben, späterhin ein Reglement zu erlassen.

Dabei aber wird ausdrücklich vorgeschrieben, dass der See je in drei aufeinander folgenden Jahren ein Mal und zwar in den Monaten Januar oder Februar auf den bis jetzt öfters vorgekommenen niedrigen Stand von 14 Zoll an dem neben dem Stadthause in Zürich aufgestellten Wassermaass absinken könne und daher, wenn in zwei aufeinander folgenden Jahren der Wasserstand nicht von selbst auf den bezeichneten niedrigen Stand herabsinken würde, im dritten Jahre auf Begehren von den Gemeindräthen wenigstens zweier Gemeinden am See, zum Behuf der Uferbauten dieser niedere Wasserstand von 14 Zoll vermittelst der Freischleusen, innerhalb der oben bezeichneten Monate, auf die Dauer von drei Wochen hergestellt werden solle.

§ 5. Der Regierungsrath ist mit Vollziehung dieses Beschlusses beauftragt.

Zürich, den 5. Hornung 1845.

Im Namen des Grossen Rathes,
Der Präsident:
Dr. C. Bluntschli.
Der erste Secretär:
Hottinger.

Die Ausführung von fünf Freischleusen, drei am rechten Ufer und zwei zwischen der Koller'schen und Rordorf'schen Mühle und einer Kammerschleuse für die Schifffahrt, anschliessend an die ersten drei, fand gemäss dem genehmigten Plan sofort statt und wurde im Laufe des Jahres 1846 beendigt. Die Kosten ohne Ankauf der Mühle betrugen 29,200 n. Fr.

In die Periode nach Errichtung der Schleusen fallen namentlich noch folgende Umgestaltungen im Limmatbett. Die Quaibauten auf dem rechten Ufer zwischen dem obern und untern Mühlesteg nach Beschluss vom 6. August 1855, der Bau der Bahnhofbrücke (Regierungsbeschluss vom 2. August 1861), die Verlängerung des Schlachthauses, Fleischhalle (Beschluss vom 2. August 1863), die Erstellung eines Filters oberhalb der Münsterbrücke mit Wasserleitung in der Limmat (Beschluss vom 21. August 1869). Die durch einen Theil dieser Bauten bewirkte Beschränkung des Wasserabflusses wurde

jeweilen durch entsprechende Verbesserungen compensirt und hinsichtlich des Filters und der Wasserleitung namentlich eine spätere Vertiefung des Flussbettes von Seite des Staates vorbehalten.

Mit Regierungsbeschluss vom 10. October 1876 wurde im Weitern das städtische Pumpwerk im Letten conzedirt, dessen Auffangswuhr unmittelbar oberhalb dem Platzspitz als Nadelwehr mit einer Grundschwelle von 126,7 Zoll, unter dem Nullpunkt des alten Pegels an der Bauschanze erstellt. Nach der Aushebung und Umlegung dieser Schwellvorrichtung bei höherem Wasserstand wird der Abfluss dadurch nicht gehemmt und soll auch bei Niederwasser die Stauung nicht über das neue Schlachthaus hinauf reichen. Zur Veranschaulichung der Abflussverhältnisse in früherer und jetziger Zeit dienen die beiden Uebersichtspläne I und II.

Oeffnung am obern Mühlesteg.

Die für den Wasserabfluss wirksame Mehröffnung am obern Mühlesteg, welche durch den Bau dieser Schleusen gewonnen wurde, ist zu 21′,68 anzusetzen, ohne die 11′,1 weite Kammerschleusse, welche merkwürdiger Weise anstatt zu Anfang des Baues erst im Jahr 1878 mit 9′ Weite vermittelst Einschaltung eines Fallenaufzuges zwischen den beiden Thoren für den Wasserabfluss bleibend eingerichtet wurde, nachdem sie schon im Jahre 1876 auf kurze Zeit geöffnet, aber wegen Gefährdung des anliegenden Gebäudes wieder geschlossen wurde. Nach 1846 fanden ausser der letztern Umänderung noch verschiedene Gerinnerweiterungen statt, nämlich:

1. Für den Freilauf beim Waisenhaus durch Zurücksetzung der Grundbaute des Gewerbes von Herrn H. Casp. Escher um	1′,50
2. Durch Erstellung eines Leerlaufes im nämlichen Gewerbe, welcher nach disp. I. h. 5 der Urkunde vom 17. Februar 1857 bei Abstellung der Räder functioniren soll, von	6′,35
3. Durch Erweiterung des rechtseitigen Rades der Actienmühle, jetzt Koller'sche Mühle, um	0′,77
4. Durch Erweiterung der Gerinnweite beim Pumpwerk der Stadt gemäss Beschluss vom 7. Februar 1856 von 6′,93 auf 11′,23 also um . . .	4′,30
im Ganzen um	12′,92

Diese Erweiterungen von 12′,92 können gleich 5′,65 nutzbarer Oeffnung angesehen werden, indem mit Rücksicht auf Hemmung des Abflusses durch die Räder und die Abstellung während etwa 1/3 der Zeit für die Weite der Radgerinne (3) und (4) höchstens $\frac{3}{5} \times \frac{2}{3} = \frac{2}{5}$ und für den Leerlauf (2) wegen beschränkter Benutzung etwa 1/3 zu rechnen ist.

Aus verschiedenen Akten ergibt sich, dass vor dem Bau der Freischleusen am obern Mühlesteg folgende Oeffnungen bestanden haben:

1. 11 Radgerinne zusammen	72′,16
2. Freilauf beim Wollenhof linkes Ufer	46′,70
3. Eine Freischleusse am rechten Ufer	10′,05
4. Ein Schifffahrtsdurchlass	7′,35
Im Ganzen	136′,26

Rechnet man die Wirkung der Radgerinne zu 2/5 einer freien Oeffnung, so reduzirt sich obige Gesammtöffnung auf . . . . 92′,96

Unmittelbar nach dem Bau der Freischleusen ergaben sich folgende Oeffnungen ohne die Kammerschleuse für die Schifffahrt:

1. 9 Radgerinne zusammen . . . . 59′,36
2. Freilauf beim Wollenhof . . . . 46′,70
3. 5 Freischleusen zusammen . . . . 44′,10

Im Ganzen 150′,16

Die Weite der Radgerinne, gleich 2/5 der freien Oeffnungen gerechnet, reduzirt sich die Gesammtöffnung auf . . . . 114′,64

Durch die spätern angeführten Aenderungen gestalteten sich die verschiedenen Oeffnungen folgendermassen:

1. Radfallenöffnungen:

Mühle der Aktiengesellschaft, jetzt Koller, rechtseitiges Rad	. . .	7′,40
» » » » » linkseitiges Rad	. . .	6′,64
Mühle Rordorf, rechtseitiges Rad	. . .	6′,65
» » linkseitiges »	. . .	5′,97
Mühle Wehrli, rechtseitiges »	. . .	6′,53
» » linkseitiges »	. . .	7′,30
Städtisches Pumpwerk	. . .	11′,23
Gewerbe H. K. Escher	. . .	12′,71
		64′,43

2. Freilauf beim Wollenhof . . . . 48′,20
3. Freischleusen, 3 am rechten Ufer à 8′,7 = 26′,1;
   » 2 zwischen den Koller'schen und Rordorf'schen Mühlen à 9′ = 18′,0 . . . . 44′,10
4. Leerlauf von H. K. Escher, theilweise Freischleuse . . . . . . 6′,35
5. Kammerschleuse seit 1878 . . . . 9′,00

Total der Oeffnung 172′,08

welche bei Reduction der Radgerinne auf 2/5 und des Leerlaufes auf 1/3 gleich zu setzen sind einer freien Oeffnung von . . . . 129′,19

Bei Ausführung der Freischleusen wurde die Durchflussöffnung am obern Mühlesteg nach Obigem im Ganzen um 150′,16 — 136′,26 = 13′,9 oder mit Rücksicht auf die geringere Leistung der Radgerinne gegenüber freien Oeffnungen um 114′,64 — 92′,96 = 21′,68 erweitert, anstatt um 27′ wie planirt wurde.

Erst mit dem Jahr 1878 erreichte die Erweiterung im Ganzen 172′,08 — 136′,26 = 35′,82 oder nach der Reduction auf annähernd gleiche Leistung 129′,19 — 92′,96 = 36′,23 namentlich durch Nutzbarmachung der Schifffahrtsschleuse und andere kleinere Verbesserungen. Die Erweiterung im Jahr 1845 hat aber um so mehr Bedeutung, als vorher die vorhandenen Freischleusen in der Hand der Gewerbsbesitzer waren und wahrscheinlich nur in Nothfällen, nachdem der Wasserstand schon eine gefährliche Höhe erreicht hatte, geöffnet wurden.

In Beziehung auf die Höhenlage der Oberfläche der Grundschwellen wurde beim Bau der Freischleusen die Aenderung getroffen, dass die letztern um 7 Zoll tiefer gelegt wurden als die Gerinnschwellen der Gewerbe, so dass nun die Oberflächen der Grundschwellen der Freischleusen 14′,96 und diejenigen der Gewerbeschleusen 14′,26 unter der Christoffelmarke liegen sollen. Die Oberkante der geschlossenen Freischleusenfallen liegt im Mittel 8′,89 unter der Christoffelmarke und beträgt mithin die Höhe dieser Fallen 14′,96 — 8′,89 = 6′,07.

Für die Höhenlage der Aufschlagwände wurde mit Regierungsbeschluss vom 14. Hornung 1857 bestimmt, dass die Oberkanten 7′,3 unter der Christoffelmarke liegen sollen, während sie früher ungleich und grösstentheils höher waren.

Die Erweiterung der Gerinne gibt demnach für sich allein bei Hochwasser kein genaues Maass der Vermehrung des Durchflussvermögens, es ist auch die Veränderung der Höhenlage der Grundschwellen und der Aufschlagwände, welch' letztere bei hohem Wasserstand überfluthet werden, in Berücksichtigung zu ziehen.

Oeffnung am untern Mühlesteg.

Auch am untern Mühlesteg wurden bedeutende Erweiterungen der Abflussöffnungen vorgenommen, namentlich durch Abtragung von Hindernissen im Freilauf beim Papiererwerd, Entfernung der Spitalmühle und Ersetzung derselben durch einen am untern Steg 67′ weiten Kanal nach der Neumühle mit 9 Wildschutzschleusen von 55′ Gesammtöffnung und 3 Radfallenöffnungen von 35′,76 im Ganzen. Nach Profilen von Schanzenherr Fehr vom Jahr 1807 und nach Vermessungen von Kreisingenieur Hüni im Jahr 1856 ergaben sich folgende Oeffnungen, inclusive Neumühleanlagen:

	1807	1856
Radfallenöffnungen zusammen . . .	93′,15	96′,65
Freischleusenöffnung »	19′,55	101′,61
Total der Oeffnung ohne Freilauf . . .	112′,70	198′,26
von 1811 an ist für den Freilauf zu setzen .	56′,50	56′,50
Gesammtöffnung	169′,20	254′,76

Rechnet man 2/5 der Oeffnung der Gewerbe gleich freien Oeffnungen, so ergeben sich als gleichwerthige Durchflussbreiten: 113′,31 und 196′,81.

Die Erweiterung der Abflussöffnungen, welche 83′,50 gleich zu setzen ist, hat in der Hauptsache Mitte der 1830er Jahre bei Erstellung des Neumühlekanals stattgefunden. Ohne wesentliche Aenderungen der Oeffnungen im Ganzen wurden ferner bewilligt:

Unterm 8. Dezember 1866 zwei Räder der Papiermühle in eines zu vereinigen und unterm 2. März 1872 die beiden Räder der Seidenspinnerei zu beseitigen und zwischen der Mühle und der Schleife ein neues zu erstellen, dagegen wurden die beiden erstern Gerinne als Freischleusen bestimmt.

Nach neuesten Aufnahmen ergaben sich im speciellen folgende Oeffnungen der Gewerbe und Freischleusen:

Linkseitiger Freilauf	56',50
Papiermühle, Fallenöffnung des neuen Rades	18',83
Freischleuse	6',00
Schleiferwerkstatt, Oeffnung der Freischleuse zunächst der Papiermühle	8',20
» » » » neben dem Wasserrad links	5',55
» » » » » » » rechts	5',55
Fallenöffnung des Wasserrades, linke Hälfte	8',16
» » » rechte »	8',07
Mühle, Fallenöffnung des linkseitigen Wasserrades	12',83
» » » rechtseitigen »	13',53
» » der » Freischleusen	8',33
Seidenspinnerei, Fallenöffnung der linkseitigen Freischleuse . .	5',50
» » » rechtseitigen » . .	6',87
Neumühle, Gerinn des linkseitigen grossen Wasserades . . .	15',32
» » » rechtseitigen » » . . .	15',25
» » » kleinen Wasserrades	5',26
9 Wildschutzschleusen, deren Gesammtöffnungen	55',00
Total der Oeffnungen am untern Steg und bei der Neumühle . .	254',75

Davon fallen auf die Radfallenbreite 97',25 und 157',5 auf Freischleusen.

Durch Beschluss der Behörden sind für den untern Steg als Maximalhöhen bestimmt:

	Unter der Christoffelmarke.
Oberfläche der Schwellen der Radgerinne	15',90
» » » » Freischleusen	15',90
Obere Kante der Fallen der »	10',00
Ueberfallswuhr in der Wand des Zuleitungskanals zur Neumühle, 120',6 lang	11',77
Obere Ränder der Aufschlagwasserwände	9',00

In Wirklichkeit weichen die Höhenmaasse der einzelnen Schwellen von dem Normalmaass etwas ab, aber das Mittel stimmt mit diesem nahezu überein.

In Vergleichung der Oeffnungen an beiden Mühlestegen, ergibt sich nach dem Vorangehenden eine wirksame Mehröffnung von (196',81 — 129',19) = 67',62 am untern Steg und eine tiefere Lage der Grundschwellen der Radgerinne von (15',9 — 14',26) = 1',64 und der Freischleuse von (15',9 — 14',96) = 0',94. Die Oeffnungen am untern Steg sind demnach für den Wasserabfluss viel günstiger als am obern.

Schanzen- und Fröschengraben.

Bis in die 1860er Jahre ergossen sich die beiden Nebenabflüsse des See's, der Schanzengraben und der Fröschengraben, unter dem untern Mühlesteg in die Limmat. Auf der Nordseite des botanischen Gartens stand der sogenannte Wasserthurm, welcher vermittelst Schleusenwehr und Wasserrad Wasser für einige Brunnen lieferte. Seit 1862 mündet nun der Schanzengraben oberhalb der Eisenbahnbrücke in die Sihl und seit 1865 ist der Fröschengraben zugefüllt. Der Wasserthurm mit dem Wehr wurde beseitigt, ein neues Schleusenwehr mit fünf Schleusen von zusammen 53',3 Weite errichtet, welche fortan der freien staatlichen Regulirung unterworfen wurden. Der Schanzengraben oberhalb der Schleusen wurde vertieft, so dass nun dieser nach damaliger Berechnung je nach dem Wasserstand 200—375 Kubikfuss per Sekunde mehr Wasser abzuführen im Stande ist, als die beiden früheren Graben zusammen. Dies unter der Voraussetzung einer kleinen Sihl. Bei hohem Sihlstand tritt eine Stauung ein und kann sogar das Sihlwasser durch den Schanzengraben in den See fliessen, wenn die Schleusen nicht rechtzeitig geschlossen werden. Ein solcher Austritt in den See fand in der Nacht vom 31. Juli 1874 wirklich statt. Dabei zeigte es sich, dass das trübe Sihlwasser vor der Mündung des Schanzengrabens in die Tiefe sank. Während der See in der Nähe klar blieb, trübte sich die Limmat beim Ausfluss durch das aus der Tiefe aufsteigende Wasser, was mehrere Tage andauerte.

Die Länge vom See bis zu der gegenwärtigen Ausmündung in die Sihl beträgt 5200 Fuss (1560 m.) Die Breite wechselt auf der oberen circa 3000 Fuss (900 m.) langen Abtheilung oberhalb der Badanstalt von 20—24 m., auf der untern von 12—18 m., abgesehen von einer localen Einschränkung oberhalb der Schleusen auf 10 m. An Tiefe übertrifft er im obern Theil das Limmatbett vom See bis Obersteg und entspricht die Sohle in der Mitte etwa 145", am Pegel. Die Grundschwelle der 15,9 m. weiten Schleusen, 990 m. vom See entfernt, liegt jedoch nur 113 Zoll unter dem Nullpunkt des neuen Pegels und 12,7 Zoll höher als die Grundschwellen der Freischleusen am obern Steg, welcher Höhe auch die Sohle von dort bis zur Sihl annähernd entspricht. Oberhalb der Badanstalt hat der Wasserspiegel ein sehr schwaches Gefäll, weil der Abfluss durch die geringere Breite und höhere Sohlenlage des untern Theiles sehr beschränkt ist.

An der Stelle der ehemaligen Ausmündung des Schanzengrabens in die Limmat stand das Wasser bei niederem Stand um circa 27 und beim Hochstand um circa 55 Zoll tiefer als die Sihl bei der jetzigen Ausmündung, was die Abkürzung von 1270 Fuss durch die Verlegung mehr als aufwiegt. Die frühere Ausmündung war deshalb, abgesehen von andern Verbesserungen, die rationellere.

Tafel No. IV. gibt die graphische Darstellung des Längenprofils des Schanzengrabens und der Sihl von der Ausmündung desselben bis zum Platzspitz. Aus der genauen Aufnahme des Wasserspiegels vom 10. und 14. Juni 1881 bei etwas über mittlerem Seestand, ist deutlich ersichtlich, wie der untere Theil mit Badanstalt und Schleusen den obern Theil auch unter gewöhnlichen Verhältnissen staut.

Betrachtungen über den Erfolg der vorgenommenen Umänderungen im Allgemeinen.

Die seit dem ersten Decennium dieses Jahrhunderts vorgenommenen Veränderungen an der Limmat und den Nebenabflüssen, waren alle mehr oder weniger von Einfluss auf das Verhalten des Seestandes und zwar meistens in günstigem Sinne. Aus den zahlreichen Akten ergibt sich, dass auf die Errichtung der Freischleusen am obern Mühlesteg, der engsten freien Durchflussstelle, das Hauptgewicht gelegt wurde. Es heisst z. B. in der Weisung des Wasserbaudepartements an den Regierungsrath vom 18. September 1843 betreffend Errichtung von Freischleusen:

» Ueber die erforderliche Wirkung dieser Regulirungsschleusen auf den Wasserstand des See's und der Limmat zeigten sorgfältig angestellte Untersuchungen und Berechnungen, dass mit einer Abflussvermehrung von 840 Cubicfuss in der Secunde der Seespiegel innerhalb 24 Stunden um einen Zoll gesenkt und schon damit der bisherige höchste Wasserstand um 2 Fuss bis auf 2 Fuss 7 Zoll tiefer gehalten werden könnte, ohne dass eine irgend nachtheilige Anschwellung in der untern Limmat dadurch veranlasst würde. Es ergab sich im Weitern, dass durch die projectirten Freischleusen nicht nur der nöthige Mehrabfluss von 840 Cubicfuss per Secunde bewirkt, sondern derselbe bis auf 1600 Cubicfuss gebracht werden könnte, wenn ein noch grösserer Wasserabfluss wegen allzuschnellem Ansteigen der Gewässer erforderlich würde.«

Ferner wird in derselben Weisung in Beziehung auf die Wirkung der zwei mittlern schon Anfangs Mai vollendeten Schleusen gesagt: » Der Erfolg rechtfertigt sowohl die Nothwendigkeit dieser Baute, als auch die vorher bestimmte Wirkung der Schleusen. Schon im Monat April begannen die Gewässer zu steigen, den 8. Mai wurden die Schleusen bleibend geöffnet und führten eine so bedeutende Wassermasse ab, dass der See auf 2',6 unter dem Stand von 1817 erhalten werden konnte, während andere Gewässer der Schweiz eine ausserordentliche Höhe erreichten. Die vom 31. Juli bei 53 Zoll Seestand angestellte genaue Messung der Abflussmenge der beiden Freischleussen gab für diese allein 940 Cubicfuss in der Secunde, so dass die beabsichtigte Regulirung des Seespiegels aller projectirten Schleusen ausser allen Zweifel gestellt ist und nicht weiter widersprochen werden kann.«

Ungeachtet dieser zuversichtlich ausgesprochenen Erwartung über die Wirkung der Schleusen traten in den unmittelbar folgenden Jahren 1846, 1847, 1849, 1850 und 1851 ungewöhnlich hohe Seestände ein. Es entstand Unzufriedenheit am See; man glaubte, die Uebelstände hauptsächlich einer unrichtigen Handhabung der Schleusen zuschreiben zu müssen. In einer Petition von 15 Gemeinden an den Grossen Rath wurde eine bessere Regulirung des Wasserstandes verlangt, während die Wasserwerksbesitzer sich gegen eine Aenderung des bisherigen Verfahrens als ihren Rechten widersprechend verwahrten. Das Ergebniss der angeordneten Untersuchung durch die Wasserbauinspection und einen besondern Experten war, dass man die hohen Wasserstände der letzten Jahre nicht der Art und Weise der Regulirung durch die Schleusen, sondern ausserordentlichen

Witterungserscheinungen zuschreiben zu müssen glaubte und die Periode von 6 Jahren seit Errichtung der Schleusen als zu kurz ansah, um, gestützt auf die gemachten Erfahrungen, ein bestimmtes Reglement für die Handhabung der Schleusen erlassen zu können.

Nach dem Jahre 1851 folgte mit Ausnahme des Jahres 1855 eine längere Reihe von Jahren mit höchsten Wasserständen unter oder nur wenig über dem mittleren Hochstand. Dessenungeachtet wurden auf Anordnung der eidgenössischen Linthcommission durch Herrn Linthingenieur Legler die Abflussverhältnisse des Zürichsee's in den Jahren 1863 bis 1867 einer einlässlichen Untersuchung unterzogen, deren Resultate in der oben zitirten Druckschrift vom Jahre 1868 enthalten sind. Herr Legler glaubte, namentlich durch Nutzbarmachung der Schifffahrtsschleuse und eine andere Regulirungsweise der Schleusen überhaupt den hohen Seeständen wirksam begegnen zu können.

Während 7 weitern Jahren, von 1869 bis 1875, blieb der See unter dem mittleren Hochstand und gab zu keinen Klagen Veranlassung, im Jahr 1876 jedoch erreichte derselbe eine Höhe, wie seit 1824 nie mehr, und stellte sich auch 1877 und 1878 ausserordentlich hoch, obschon die Schifffahrtsschleuse wenigstens im letztern Falle in Function war. Andere in Aussicht genommene Aenderungen an der Limmat konnten nur im Zusammenhang mit den projectirten Brücken und Quaibauten der Stadt zur Ausführung gelangen und werden im Nachfolgenden behandelt werden.

Die vielen und mancherlei Veränderungen, welche seit der Einführung regelmässiger Beobachtungen an den Abflusskanälen des See's vorgenommen wurden, im Einzelnen in Beziehung auf das Abflussvermögen und den Seestand zu werthen, wäre eine complicirte und wohl auch kaum zu lösende Aufgabe; man wird sich deshalb begnügen müssen, den Erfolg in der Gesammtheit ihrer Wirkung näher zu prüfen und zu beurtheilen.

Dabei ist besonders der Einfluss auf den Wasserstand in verschiedenen Jahreszeiten, die Veränderung desselben bei einzelnen ausserordentlichen Zuflüssen und die Dauer innerhalb gewisser Grenzen ins Auge zu fassen, sowie die Abhängigkeit dieser Verhältnisse von der Wirksamkeit und Handhabung der Schleusen auseinander zu setzen.

Ergebnisse der Beobachtungen des Wasserstandes während der Zeit von 1811–1880.

I. Eintheilung in zwei Perioden.

Die lange Reihe der täglichen Beobachtungen des Seestandes von 70 Jahren ist zur Beurtheilung des Einflusses der inzwischen vorgenommenen Veränderungen in den Abflussverhältnissen einerseits günstig, anderseits können während dieser Zeit auch die Zuflussverhältnisse sich modificirt haben, was die Sache erschwert. Es sind zwar die Rinnsale der Zuflüsse im Grossen und Ganzen dieselben geblieben, indem die Glarnerlinth schon im Mai 1811 in den Wallensee geleitet wurde; aber klimatische und kulturelle Aenderungen, namentlich die Entwaldung der Gebirge, könnten merklich eingegriffen haben.

Obschon bis in die neueste Zeit der Ausfluss aus dem See fortwährend mehr oder weniger Veränderungen erlitt, so kann doch die Erstellung der Freischleusen als ein Hauptmoment betrachtet werden. Die Beobachtungen werden deshalb nach zwei Perioden zerlegt, nämlich für die Jahre von 1811—1845 und von 1846—1880, wodurch zwei gleich lange Reihen von je 35 Jahren entstehen, welche, einander gegenübergestellt, einigen Aufschluss über den Nutzen der vorgenommenen Bauten und Einrichtungen geben dürften.

II. Jährliche Wasserstände des Zürichsee's.

In den Tabellen I und II sind die jährlichen höchsten, tiefsten und mittleren Seestände nach dem ursprünglichen Pegel mit dem Nullpunkt unten in Schweizerzollen angegeben und in Tafel V graphisch aufgetragen.

Unter dem jährlichen mittleren Wasserstand ist die Summe der täglichen Ablesungen getheilt durch 365, respective 366 für Schaltjahre verstanden, ebenso unter den Mittel-

werthen der Jahrperioden die Summe dieser Jahresergebnisse getheilt durch die Anzahl Jahre, was zu unterscheiden ist von dem Mittel der Extreme.

Aus diesen Tabellen sind hauptsächlich folgende Vergleichungswerthe zu ziehen:

a. Höchste Wasserstände.

	I. Periode 1811—1845	II. Periode 1846—1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Maximum der Periode	86,0	76,50	—	9,5
Minimum » »	44,5	45,00	0,5	—
Mittel der jährlichen höchsten Stände . .	60,8	57,87	—	2,93

Die höchsten Wasserstände der beiden Perioden, einerseits von 86 Zoll im Jahr 1817, anderseits von 76 1/2 Zoll im Jahr 1876 differiren um die erhebliche Höhe von 9 1/2 Zoll zu Gunsten der zweiten. Dazu kommt, dass in der ersten Periode die Höhe von 76 1/2 Zoll dreimal überschritten wurde, nämlich ausser 1817 in den Jahren 1821 und 1824 mit 76,7 beziehungsweise 77,5 Zoll. Die geringste Anschwellung auf 45 Zoll im Jahr 1865 steht um Weniges über dem Minimum von 44,5 Zoll im Jahr 1842. Diese extremen Fälle entscheiden jedoch hinsichtlich der Abflussverhältnisse weniger, als die mittleren Werthe der beiden Perioden, welche sich um **2″,93** günstiger stellen in der zweiten als in der ersten.

Diese Senkung der höchsten Wasserstände um kaum 3 Zoll muss gegenüber den gehegten Erwartungen von dem Einfluss der Freischleusen als auffallend gering bezeichnet werden.

Bei Betrachtung der graphischen Darstellung der höchsten Seestände ersieht man indessen, dass höhere und niedrige Stände meist gruppenweise auftreten, so dass eine längere Reihe von aufeinander folgenden Jahren mit niedern oder hohen Ständen auftritt. So entspricht das Mittel der 10 Jahre von 1846—1855 der Pegelhöhe von 63″,92 gegenüber 60″,5 für die 10 Jahre vor dem Schleusenbau von 1836—1845 und gegenüber 52″,4 der nachfolgenden 10 Jahre von 1856—1865 und 54″,55 der weitern 10 Jahre von 1866 bis 1875, während das fünfjährige Mittel von 1876—1880 wieder auf 63″,36 steigt. Für diese periodischen Verschiedenheiten kann in der Hauptsache der Grund nicht in der Regulirungsweise liegen. Nachweislich wurde mit dem Oeffnen der Schleusen in den letzten Jahren am wenigsten zurückgehalten.

Ein ungleiches Verhalten der Seestände in verschiedenen längeren Zeitabschnitten zeigt sich auch nach der Zeit des Auftretens der grössten jährlichen Anschwellungen. In folgender Tabelle sind die höchsten Wasserstände nach den Monaten ihres Eintreffens zusammengestellt:

Vorkommender höchster Wasserstand nach Monaten.

	I. Periode 1811—1845	II. Periode 1846—1880	In beiden Perioden zusammen
Januar	1	0	1
Februar . . .	0	0	0
März	0	0	0
April	0	0	0
Mai	3	4	7
Juni	9	13	22
Juli	13	8	21
August	3	7	10
September . . .	2	1	3
Oktober . . .	0	1	1
November . . .	2	1	3
Dezember . . .	2	0	2
	35	35	70

Obschon die meisten Maxima mit 60—63 % auf die Monate Juni und Juli fallen, so sind sie doch in den zwei Zeitabschnitten ziemlich ungleich vertheilt; im erstern fällt die grösste Zahl auf den Juli, im zweiten auf den Juni. Auf die Monate Mai und August fallen im ersten Abschnitt 17 % und im zweiten 31 %. Auf die übrigen Monate einerseits 20 %, anderseits 9 %. Während allen 70 Jahren traf der höchste Stand nie auf die Monate Februar, März und April, auf den Januar und October nur je einmal, nämlich in den Jahren 1834 und 1880.

Von ausserordentlichen Hochwassern von 70 Zoll und darüber kommen in der ersten Periode 6 vor, wovon zwei auf den Juni (1831 und 1837), zwei auf den Juli (1813 und 1817), eines auf den August (1821) und eines auf den November (1824) fallen; in der zweiten Periode 4, zwei im Juni (1855 und 1876), eines im August (1851) und eines im September (1846). Den 4 Fällen, die im Juni eintrafen, entspricht eine Höhe von 72″,4 im Mittel, den beiden im Juli von 79″ und denjenigen im August von 74″,2. Die Einzelnfälle vom September und November weisen 71″, beziehungsweise 77″,5 auf. Es zeigen sich demnach die Monate vom Juni bis und mit November solchen ausserordentlichen Wasserständen mehr oder weniger ausgesetzt.

Von Maximalständen, die 50 Zoll nicht überschritten, gab es in der ersten Periode 3, in der zweiten 6, nämlich:

1. September 1822 mit 49″, Januar 1834 mit 50″ und August 1842 mit 44″,5.

2. Juni 1857 mit 50″, August 1858 mit 49″,5, Juni 1859 mit 48″,5, August 1865 mit 45″, Juli 1873 mit 45″,5 und Mai 1875 mit 49″,5.

Die geringste Anschwellung zeigte sich also einerseits im August 1842, anderseits im August 1865. Im Jahr 1834 hatte merkwürdigerweise der See den höchsten Stand im Januar.

Die niedrigsten Hochwasserstände fielen meistens mit Jahren von grosser Fruchtbarkeit zusammen.

b. Niedrigste Wasserstände.

	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846—1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Maximum der Periode	18,0	21,5	3,5	—
Minimum » »	2,0	2,0	—	—
Mittel » »	10,26	13,31	3,05	—

Vor und nach 1845 blieb das Minimum von 2 Zoll dasselbe, einerseits 1830 und anderseits 1854. Dagegen stieg das Maximum im zweiten Abschnitt um 3,5 Zoll und das Mittel um 3,05 Zoll höher. Das letztere Ergebniss ist offenbar eine Folge der Regulirung mittelst der Schleusen, welche gestattet, das Wasser zu Gunsten der Wasserwerksbesitzer zeitweise zurückzuhalten und gleichmässiger zu vertheilen, was ohne anderweitige Nachtheile geschehen kann, weil Hochwasser und Niederwasser nur ausnahmsweise in dieselbe Jahreszeit fallen, wie aus folgender Zusammenstellung über das Auftreten der niedrigsten Stände hervorgeht.

Vorkommen der niedrigsten Wasserstände nach Monaten.

	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846—1880	Im Ganzen
Januar	3	9	12
Februar	17	12	29
März	4	6	10
April	1	1	2
Mai	0	0	0
Juni	0	0	0
Juli	0	0	0
August	0	0	0
September . . .	0	0	0
October . . .	1	0	1
November . . .	1	1	2
December . . .	8	6	14
	35	35	70

In den Monaten Mai bis und mit September sank der See nie auf den niedrigsten Stand des Jahres, dagegen trafen 90 % der höchsten Stände auf diese Zeit. Umgekehrt weisen die Monate Januar, Februar, März und Dezember 93 % der tiefsten und nie oder ganz ausnahmsweise die höchsten Stände auf und können deshalb die Schleusen in dieser Zeit ohne grosse Gefahr nach Convenienz gehandhabt werden.

Der Bedingung im Beschluss des Grossen Rathes, dass der See vermittelst der Schleusen je in drei aufeinander folgenden Jahren einmal auf den Stand von 14 Zoll absinken könne, geschah kein Eintrag, indem seit 1846 der See 20 Mal ohne besondere Anordnungen unter 14 Zoll sank.

c. Jahresmittel.

	I. Periode 1811—1845	II. Periode 1846—1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Maximum der Jahresmittel	38,46	36,16	—	2,30
Minimum » »	23,61	25,65	2,04	—
Mittel der Jahresmittel od. **mittlerer Seestand**	31,08	30,43	—	0,65

Der mittlere Wasserstand ist also nahezu derselbe geblieben und hat sich nach 1845 nur um 0″,65 gesenkt. Das Maximum der Jahresmittel nahm um 2″,3 ab, das Minimum um 2″,04 zu. Es hat mithin eine um 4″,34 grössere Ausgleichung der Wasserstände stattgefunden.

Die Maximalwerthe beziehen sich auf die Jahre 1824 und 1846, in welchen ausserordentliche Hochwasser auftraten. Die Curve der Mittelstände geht übrigens mit den Hochwassercurven nicht immer parallel. So zeigen die gewöhnlichen oder wenig davon abweichenden Mittel der Jahre 1813, 1837, 1851 und 1876 sehr grosse Hochwasser, was nur auf einzelne starke Niederschläge von kurzer Dauer hindeutet. Grosse Mittelstände ohne besondere Hochwasser, wie die der Jahre 1816, 1843, 1850, 1860 und 1867, beziehen sich auf nasse Jahre überhaupt. Die grosse Differenz der Extreme der Jahresmittel von 14″,85 beziehungsweise 10″,81 beweist die grosse Verschiedenheit der jährlichen Niederschlagsmengen.

d. Grösse der Schwankung.

	I. Periode 1811—1845	II. Periode 1846—1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Grösste Schwankung des Wasserspiegels der Periode	84,0	74,5	—	9,5
Grösste Schwankung in demselben Jahr .	70,0	65,0	—	5,0
Kleinste » » » » .	39,0	32,5	—	6,5
Mittlere Differenz der jährlichen höchsten und tiefsten Stände	50,5	44,5	—	6,0
Grösster Hochwasserstand üb. d. Mittelstand	54,9	46,1	—	8,8
Kleinster » » » »	13,4	14,6	1,2	—
Mittleres Hochwasser » » »	29,7	27,4	—	2,3
Grösst. Niederwasserstand unt. » »	13,08	8,93	—	4,15
Kleinster » » » »	29,08	28,43	—	0,65
Mittlerer » » » »	20,82	17,12	—	3,70

Alle diese Verhältnisse weisen auf Verbesserungen in den Abflussverhältnissen. Abgesehen von extremen Werthen ergibt sich hauptsächlich eine durchschnittlich um 6 Zoll kleinere Schwankung zwischen den niedrigsten und höchsten Ständen. Die grösste Schwankung in einem uud demselben Jahre fällt einerseits auf das Jahr 1817 mit hohem Niederwasser aber ausserordentlichem Hochwasser, anderseits auf das Jahr 1876 mit tiefem Niederwasser und ebenfalls ausserordentlichem Hochwasser. Die geringste Schwankung weisen die Jahre 1811, 1834, 1859 und 1863 auf, letzteres jedoch mit sehr hohem Niederwasser.

III. Monatliche Wasserstände.

Obschon aus der bereits mitgetheilten Vertheilung des Eintreffens der höchsten und kleinsten jährlichen Wasserstände nach Monaten im Allgemeinen das Verhalten des Seeniveaus in verschiedenen Jahreszeiten ersichtlich ist, so gewährt doch die genauere Kenntniss der Veränderlichkeit des Standes in den einzelnen Monaten ein besonderes Interesse. In den Tabellen III a und b, IV a und b und V a und b sind die höchsten, niedrigsten und mittleren Seestände eines jeden Monats der Jahre 1811—1845 einerseits, 1846—1880 andererseits verzeichnet und auf der Tafel XVI graphisch aufgetragen. Die Hauptresultate hinsichtlich der extremen und mittleren Werthe sind auf den Tafeln VI und VII dargestellt.

a. Höchste und niedrigste Stände in den einzelnen Monaten und Perioden.

	Höchste Stände.				Niedrigste Stände.			
	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846–1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846–1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Januar . . .	50,0	37,5	—	12,5	3,7	2,0	—	1,7
Februar . .	40,0	42,7	2,7	—	2,0	3,5	1,5	—
März . . .	40,5	46,5	6,0	—	3,0	3,5	0,5	—
April . . .	49,0	46,6	—	2,4	11,0	16,0	5,0	—
Mai	60,5	63,7	3,2	—	18,0	24,0	6,0	—
Juni	76,5	76,5	—	—	27,0	22,5	—	4,5
Juli	86,0	63,0	—	23,0	30,0	24,0	—	6,0
August . .	76,7	71,7	—	5,0	25,5	25,0	—	0,5
September .	59,0	71,0	12,0	—	17,0	20,5	3,5	—
October . .	53,0	50,3	—	2,7	14,0	15,5	1,5	—
Movember .	77,5	55,0	—	22,5	14,0	12,0	—	2,0
December . .	60,0	38,5	—	21,5	7,0	5,8	—	1,2

Diese Zusammenstellung der höchsten und niedrigsten Stände nach Monaten zeigt nun allerdings sehr erhebliche Differenzen in den beiden Perioden, wenigstens hinsichtlich der ersteren, für 3 Monate sogar von über 20 Zoll zu Gunsten der zweiten Periode; aber die Regellosigkeit des Auftretens derselben in den Monaten vom Juli bis December lässt auf ausserordentliche Fälle schliessen, die kein entscheidendes Gewicht bezüglich der Verbesserung der Abflussverhältnisse haben können. Dahin gehört auch, dass die grösste Schwankung zwischen dem tiefsten und höchsten Stand einerseits mit 63,5 Zoll auf den Monat November, anderseits mit 54 Zoll auf den Monat Juni fällt. Die überwiegende Summe der Differenzen der höchsten Stände zu Gunsten der zweiten Periode deutet immerhin auf eine Verbesserung hin. Bemerkenswerth ist, dass in der ersten Periode der Wasserstand im November, dem Monate seltener höchsten Stände, die Pegelhöhe von 77,5 Zoll erreichte und in der zweiten Periode im Juni, dem Monat der meisten Hochwasser, bis auf 22,5 Zoll gesunken ist.

b. Mittel der höchsten und tiefsten Wasserstände in den einzelnen Monaten und Perioden.

	Mittel der höchsten Stände.				Mittel der kleinsten Stände.			
	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846–1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger	I. Periode 1811–1845	II. Periode 1846–1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Januar . . .	23,13	25,14	2,01	—	14,30	16,37	2,07	—
Februar . .	20,95	24,15	3,20	—	12,39	16,01	3,62	—
März . . .	25,71	26,34	0,63	—	15,44	17,81	2,37	—
April . . .	32,21	34,84	2,63	—	21,86	23,46	1,60	—
Mai	45,60	44,83	—	0,77	29,97	30,70	0,73	—
Juni	53,80	51,71	—	2,09	40,61	37,80	—	2,81
Juli	55,97	49,80	—	6,17	41,15	36,44	—	4,71
August . . .	49,78	45,71	—	4,07	36,09	32,76	—	3,33
September .	44,64	40,19	—	4,45	30,18	27,17	—	3,01
Oktober . .	36,41	34,65	—	1,76	22,73	23,43	0,70	—
November . .	31,19	30,46	—	0,73	21,43	21,40	—	0,03
December . .	29,14	27,51	—	1,63	17,56	19,65	2,09	—

Die Ergebnisse aus den Mittelwerthen der höchsten und tiefsten Stände zeigen einen entschiedeneren Charakter, als diejenigen aus den extremen Werthen.

In der zweiten Periode stiegen die Mittelwerthe der höchsten und niedrigsten Stände in den Monaten Januar, Februar, März und April und fielen erheblicher im Juni, Juli, August und September, während die Monate Mai, October, November und December weniger bemerkbare Differenzen aufweisen. Die geringere Senkung von 2 Zoll im Juni gegenüber 6 Zoll im Juli ist dem Umstand zuzuschreiben, dass die Häufigkeit der Hochwasser im Juni zu-, dagegen im Juli abnahm. Das Mittel von 4 Zoll dürfte den wahren Werth der Senkung für beide Monate repräsentiren, so dass man sagen kann, die höchsten

Wasserstände der Monate Juni, Juli, August und September haben durchschnittlich um 4 Zoll abgenommen. Dagegen haben sich die kleinsten Stände in den Monaten Januar, Februar, März, April und December um 2 bis 3,6 Zoll gehoben.

Die Schwankung zwischen dem Mittel der höchsten und tiefsten Stände beträgt in der zweiten Periode in den Wintermonaten 8—11 Zoll und in den Sommermonaten 13—14 Zoll, durchschnittlich 1 Zoll weniger als in der ersten Periode.

c. Mittlerer Wasserstand in den einzelnen Monaten und Perioden.

	Mittlerer Wasserstand.			
	I. Periode 1811—1845	II. Periode 1846—1880	Differenz Mehr	Differenz Weniger
	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
Januar	18,11	20,31	2,20	—
Februar	16,25	19,85	3,60	—
März	20,47	22,07	1,60	—
April	27,02	29,18	2,16	—
Mai	38,17	37,56	—	0,91
Juni	47,31	44,93	—	2,38
Juli	48,00	42,43	—	5,57
August	42,47	38,95	—	3,52
September . . .	36,78	32,53	—	4,25
Oktober	29,11	28,85	—	0,26
November . . .	26,12	25,29	—	0,83
December . . .	22,63	23,33	0,70	—

Uebereinstimmend mit dem Erfolg hinsichtlich der grössten und kleinsten Wasserstände ergibt sich für die Monate Januar, Februar, März, April und December in der zweiten Periode ein etwas höherer Mittelwasserstand und in den Monaten vom Mai bis October ein niedrigerer und zwar für den Juli um 5,57 Zoll und durchschnittlich für die Monate Juni, Juli, August und September von 3,93 Zoll. Warum für den Juni die Depression nur 2,38 Zoll beträgt, ist weiter oben bereits berührt worden. Der Mittelwasserstand stellt sich am kleinsten im Februar, am höchsten im Juli nach der ersten und im Juni nach der zweiten Periode. Die Differenz beträgt 31,75, beziehungsweise 25,08 Zoll. Winter- und Sommerwasserstand haben sich demnach um zirka 6,7 Zoll genähert.

Obschon die Vergleichung der Maximal- und Mittelwerthe nach Monaten ein günstigeres Resultat zeigt, als die Vergleichung der Jahresergebnisse, weil die grössere Senkung der Wasserstände auf die Sommermonate fällt, so ist doch der Erfolg der vielfachen Verbesserungen an den Abflusskanälen im Allgemeinen als ein unter der Erwartung stehender zu bezeichnen, insofern nicht die Witterungs- und Zuflussverhältnisse im Laufe der Zeit ungünstiger geworden sind. Uebrigens ist noch das Verhalten der Seestände in den beiden Perioden in Bezug auf ihre Dauer einer Vergleichung zu unterziehen.

Dauer der verschiedenen Wasserstände.

Aus den Wasserstandstabellen wurde für beide Perioden von 1811—1845 und von 1846—1880 je die Anzahl der Tage ausgezogen, an welchen der Wasserstand die Höhe von 0—10, von über 10--20 Zoll und so fort je 10 Zoll mehr einnahm und das Ergebniss in die Tabellen No. II a und b eingetragen, sowie in Tafel No. VIII graphisch dargestellt.

Zur Vergleichung der beiden Perioden sind in folgender Tabelle die betreffenden Jahresmittel zusammengestellt:

Mittlere Dauer der Wasserstände für je 10 Zoll Höhenunterschied.

Wasserstand	Anzahl der Tage per Jahr			
Zoll	I. Periode	II. Periode	Mehr	Weniger
0—10	12,08	5,34	—	6,74
10—20	75,40	54,00	—	21,40
20—30	103,31	138,34	35,03	—
30—40	79,20	101,20	22,00	—
40—50	61,68	44,45	—	17,23
50—60	26,20	18,03	—	8,17
60—70	5,80	3,60	—	2,20
70 - 80 und mehr	1,57	0,29	—	1,28

Die Dauer der mittleren Wasserstände von 20 — 40 Zoll hat demgemäss durchschnittlich per Jahr um 57 Tage zugenommen, während die Dauer der niedrigeren nnd höheren Stände nahezu zu gleichen Theilen um ebensoviel abgenommen hat.

Die Abkürzung der Hochwasserzeit mit über 40 Zoll von rund 95 auf 66 Tage oder um 30 % ist sehr bemerkenswerth und stellt den Erfolg der Verbesserungen an den Abflussverhältnissen in ein besseres Licht, als es durch die Vergleichung der Höhenmaasse geschah. Der Hochwasserschaden hängt sowohl von der Dauer, als von der Grösse der Anschwellung ab.

Die Verkürzung sowohl der Dauer der Niederwasser um 28 Tage als der Dauer der Hochwasser ist auch hinsichtlich der Wasserwerke von erheblicher Bedeutung, indem bei dem entsprechend verlängerten Mittelwasserstand die günstigste Wirkung zu erzielen ist.

Verlauf der Wasserstandsbewegung im Allgemeinen und Vergleichung mit andern Seen.

Um die Veränderlichkeit des Wasserstandes allgemein zu veranschaulichen, wurde für die Zeit von 1846—1880 für jeden Tag im Jahr das Mittel aus den 35 Ablesungen berechnet und überdies der höchste und tiefste Stand der Periode notirt, welche drei Zahlen für jeden Tag in Tafel No. IX aufgetragen sind. Die durch Verbindung der entsprechenden Punkte entstandenen drei Curven stellen nun einerseits die äussersten Grenzen dar, innerhalb welcher sich der Seespiegel während 35 Jahren bewegte, anderseits den Weg, nach welchem die Bewegung im Laufe des Jahres durchschnittlich erfolgte. Die einzelnen Kreuze mit beigesetzten Jahreszahlen ausserhalb der Grenzlinien bezeichnen die Wasserstände der ersten Periode von 1811—1845, welche dieselben überschritten, unter welchen bezüglich der Jahreszeit die Wasserstände von 1819, 1824 und 1834 als auffallend zu bezeichnen sind.

Die mittlere Curve gestaltet sich ziemlich regelmässig, von Mitte Januar bis Ende Februar bleibt sie nahezu stationär auf 20 Zoll, steigt langsam bis Ende März auf 24 Zoll, dann etwas rascher bis 20. Juni auf 46,5 Zoll. Von diesem Höhepunkt sinkt die Linie etwas unregelmässig bis 20. September auf 31 und dann langsamer bis Mitte Januar wieder auf 20 Zoll.

Die Culmination des mittleren Wasserstandes fällt also mit dem längsten Tage zusammen, zwischen dieser Zeit und den Tag- und Nachtgleichen findet das stärkste Steigen und Fallen statt. Die Länge des ganzen aufsteigenden Astes der Curve verhält sich zur Länge des fallenden wie 108 : 210 und im umgekehrten Verhältniss steht das Maass des Steigens und Fallens per Tag, nämlich nahezu wie 2 : 1.

Die Curven der extremen Stände zeigen, wie leicht erklärlich, nicht eine solche Regelmässigkeit. Doch ist characteristisch, dass die Breite der Zone zwischen beiden im April am geringsten und in den Monaten Juni und August am grössten ist. Dort gibt es weder ausserordentlich hohe, noch ausserordentlich kleine Wasserstände, hier tritt dagegen beides am meisten auf.

Fragt man nach den Gründen des regelmässigen Ansteigens des See's vom Frühjahr bis zum Hochsommer und des spätern langsamen Falles, so ist in erster Linie an die Vertheilung der Niederschläge nach Monaten und Jahreszeiten, in zweiter an die festen Niederschläge zu erinnern, welche in anderer Jahreszeit schmelzen und abfliessen, als sie niederfallen. In Beziehung auf die Quantität der gesammten Niederschläge, Regen und Schnee, ergibt sich für die Jahre von 1864—1880 in Zürich durchschnittlich folgende Vertheilung nach Monaten:

Monat	Niederschlagsmenge
	mm.
Januar	50,3
Februar	64,4
März	81,8
April	104,7
Mai	116,1
Juni	148,3
Juli	125,6
August	136,4
September . . .	96,4
October	106,8
November . . .	81,8
December . . .	68,7
Jahr	1181,3

Die Regenmenge nimmt also von den Wintermonaten an bis Juni zu und zwar um etwa das $2\frac{1}{2}$—3fache und nimmt später etwas unregelmässiger ab. Im Allgemeinen verändert sie sich ähnlich dem Wasserstande des See's.

Wie wir später sehen werden, fliesst bei dem mittleren Wasserstand vom Juni ungeachtet der grössern Verdunstung nahezu 4 mal mehr Wasser ab als im Januar und Februar. Der Ausfall an Regenmenge muss demnach durch den zweiten Factor, das Abschmelzen des Schnee's namentlich im Hochgebirge gedeckt werden. Deshalb die Regelmässigkeit des Ansteigens vom Frühjahr bis zur grössten Tageslänge. Dass darin jedoch nicht, wie oft angenommen wird, der einzige Grund des Verhaltens des See's liegt, beweist auch das Verhalten des Greifensee's mit 8,44 Quadrat-Kilometer Oberfläche, dessen Einzugsgebiet mit 163,5 Quadrat-Kilometer nicht in das Hochgebirge reicht. Aus zehnjährigen täglichen Beobachtungen von 1869—1878 ergeben sich hier folgende Mittel nach Monaten, wenn der Nullpunkt des Pegels, welcher dem höchsten Wasserstand entspricht, um 50 Zoll heruntergesetzt wird:

Monate	Mittlere Stände des Greifensee's
Januar	9,6 Zoll
Februar	9,7 »
März	11,4 »
April	10,6 »
Mai	11,0 »
Juni	12,6 »
Juli	13,1 »
August	12,4 »
September . . .	9,9 »
October	6,7 »
November . . .	9,3 »
December . . .	9,7 »

Es zeigt sich also auch hier ein Anwachsen des See's vom Winter bis Juli, wenn auch in beträchtlich geringerem Maasse als beim Zürichsee, circa 6 Zoll anstatt 25. Das Verhältniss der Ausdehnung der Seen zum Einzugsgebiet ist in beiden Fällen nahezu dasselbe, etwa wie 1 : 20, während die grösste Abweichnung der Nieder- und Hochwasserstände dagegen einerseits 53,3, anderseits 74,5 Zoll beträgt. Die verhältnissmässig geringere mittlere monatliche Schwankung des Greifensee's mag übrigens zum Theil ihre Erklärung darin finden, dass das Wasser im Pfäffikersee, dem oberen Sammelbecken, bei Anschwellungen künstlich zurückgehalten wird, um bei Wassermangel zu industriellen Zwecken verwendet zu werden, während der Wallensee einen freien Abfluss nach dem Zürichsee hat, also bei höherem Wasserstand auch verhältnissmässig mehr Wasser abgibt. Der hohe Stand im März weist auf das frühere Abschmelzen des Schnee's als im Hochgebirge.

Von dem gesammten Einzugsgebiet des Zürichsee's von 1819,5 Quadrat-Kilometer fallen auf das Zuflussgebiet des Wallensee's 1049,7 Quadrat-Kilometer, d. h. circa 58 %, und zwar der gebirgigere Theil mit verhältnissmässig grössern Niederschlagsmengen und mit 45,3 Quadrat-Kilometer Gletschern und länger dauernder Schneeablagerung, welche selbst als Reservoirs wirken. Das Mittel der Niederschlagsmenge der drei Jahre von 1878—1880 stellt sich für Zürich und Auen im Linththal nach folgendem Verhältniss:

Monat	Zürich	Auen
	mm.	mm.
Januar	52,5	72,8
Februar	82,5	48,5
März	52,8	134,1
April	132,3	127,7
Mai	116,5	144,3
Juni	174,7	246,5
Juli	141,7	245,4
August	124,8	230,9
September . . .	128,9	151,9
October	120,1	167,3
November . . .	67,5	132,3
December . . .	85,0	66,5
per Jahr	1279,3	1768,2

Aus dieser Vertheilung des Niederschlages und der bezüglichen Einzugsgebiete ist zu schliessen, dass wenigstens 2/3 der dem Zürichsee zufliessenden Wassermenge den Wallensee durchfliessen, welcher deshalb den maassgebenden Regulator des Zürichsee's bildet.

Die Bewegung des Wasserstandes beider Seen geht im Allgemeinen parallel vor sich, mit dem Unterschied, dass die Extreme beim Wallensee etwa 60 % weiter auseinander liegen und der Zeit nach etwas früher eintreten, als beim Zürichsee. Das letztere Verhalten wird zur Regulirung der Schleusen mit Vortheil benutzt.

Die Fläche des Wallensee's mit 23,27 Quadrat-Kilometer verhält sich zu dessen Einzugsgebiet von 1050 Quadrat-Kilometer wie 1 : 45, während der Zürichsee mit 87,78 Quadrat-Kilometer sich zu seinem Einzugsgebiet von 1819,5 Quadrat-Kilometer wie etwa 1 : 20 verhält. Die Höhenänderungen des erstern sind deshalb beträchtlich grösser. Seine Differenz zwischen dem niedrigsten und höchsten Wasserstand erreicht 120 Zoll, gegenüber 74 Zoll beim Zürichsee.

Die monatliche Bewegung des Wallensee's stellt sich nach dem Mittel aus den Jahren von 1866 — 1880 folgendermassen:

Monate	Zoll
Januar	17,44
Februar	18,00
März	22,81
April	38,97
Mai	65,43
Juni	79,18
Juli	71,20
August	63,89
September . . .	48,54
October	40,88
November . . .	30,55
December . . .	24,42

Bei diesen Zahlen ist der Nullpunkt, welcher am Pegel über dem Hochwasser steht, um 150 Zoll tiefer angenommen, um positive Werthe zu erhalten und um in Uebereinstimmung mit den Daten für den Zürichsee zu sein.

Die kleinsten und grössten Monatsmittel fallen demnach wie beim Zürichsee auf die Monate Januar und Februar einerseits, und Juni anderseits. Ihr Unterschied beträgt jedoch 61,74 anstatt 25,08 Zoll beim letztern, was wesentlich der verhältnissmässig kleinen Fläche des See's und der noch grössern Verschiedenheit der monatlichen Niederschläge und dem grössern Einfluss der Schneeschmelze im Sommer zuzuschreiben ist.

Zur Vergleichung sei noch angeführt, dass der Bodensee, einschliesslich Untersee, circa 540 Quadrat-Kilometer Flächenausdehnung und mit Inbegriff dieser Fläche ein Einzugsgebiet von 11,446 Quadrat-Kilometer hat, wovon 6564 Quadrat-Kilometer auf den Rhein fallen.

Die absolut grösste Schwankung des Bodensee's zeigt 120 Zoll, also gleich dem Wallensee, obschon das Verhältniss der Ausdehnung des See's zum Einzugsgebiet sich nur verhält wie 1 : 21, d. h. annähernd wie beim Zürichsee. Der mittlere Niederwasserstand trifft auf den Februar und der mittlere Hochwasserstand auf Anfangs Juli, und diese beiden differiren um 55 Zoll gegenüber 26,5 Zoll beim Zürichsee, was auf schlechtere Abflussverhältnisse des Bodensee's hinweist. Uebrigens würde auch der Zürichsee ohne den Wallensee, welcher durch Ansammlung und langsame Abgabe des Wassers als Regulator dient, ein ungünstigeres Resultat ergeben, wie es im vorigen Jahrhundert, als die Linth direct in den Zürichsee floss, wirklich der Fall gewesen sein soll.

Bewegung des Wasserstandes im Besondern.

Vergleicht man die mittlere Wasserstandscurve auf Tafel No. IX mit dem Verlauf des Wasserstandes irgend eines bestimmten Jahres, so zeigt sich in allen Fällen eine grosse Verschiedenheit. Die Uebergänge vom andauernd niedern zum andauernd höhern Stand und umgekehrt gehen in Wirklichkeit meist sehr unregelmässig von statten. Selten steigt oder fällt der See continuirlich auf längere Dauer. Diese beiden Bewegungen wechseln in kurzen Zeiträumen und erzeugen dadurch, graphisch dargestellt, ein viel bewegteres Bild als die Curven nach Durchschnittsergebnissen. Jede Vermehrung des Zuflusses muss, abgesehen von künstlichen Schleuseneinrichtungen, ein Steigen des Seespiegels zur Folge haben, weil erst damit auch ein vermehrter Abfluss stattfinden kann, umgekehrt muss jede Verminderung des Zuflusses ein Sinken bewirken. Das Steigen und Fallen wechselt deshalb wie das Wetter und erklärt die grosse Unregelmässigkeit im wirklichen Verlauf. Diese speciellen Wellen innerhalb der allgemeinen mittleren Bewegung erzeugen die extremen Wasserstände. Die genauere Kenntniss derselben nach Grösse und Dauer ist folglich zur Beurtheilung der zu ihrer etwelchen Ausgleichung anzuwendenden Mittel ein Haupterforderniss.

Das Ansteigen des See's vom Anfang März bis Mitte Juni beträgt durchschnittlich während circa 100 Tagen 0,25 Zoll per Tag.

Die einzelnen grössern continuirlichen Anschwellungen, welche 30—40 Zoll und selbst noch mehr erreichen können, wachsen gewöhnlich um 2 Zoll per Tag und nehmen mit 1 Zoll per Tag wieder ab. Bei ausserordentlich starken Zuflüssen kann aber das Ansteigen noch viel rascher geschehen und 10—12 Zoll in 24 Stunden betragen. Das Fallen kann bei schneller Abnahme der Zuflüsse 2—2,5 Zoll täglich ausmachen. Je niedriger der See bei Beginn starker Zuflüsse, desto rascher geht das Steigen vor sich, weil der gleichzeitige Abfluss beim niedrigen Stande geringer ist. Die Stauung durch Schleusen auf eine mässige Höhe vor Eintritt starker Zuflüsse kann deshalb, wie später einlässlich gezeigt wird, nach wenigen Tagen nahezu ausgeglichen werden, so dass das Resultat das Gleiche ist, wie wenn der See anfänglich tiefer gewesen wäre. Umgekehrt sinkt der Seespiegel um so schneller, je höher derselbe beim Aufhören der ausserordentlichen Zuflüsse steht.

Als Beispiele grosser continuirlicher Niveau-Aenderungen können angeführt werden:

a. Steigen.

Jahr	Tage	Anzahl Tage	Pegelhöhe	Steigen	
				im Ganzen	per Tag
			Zoll	Zoll	Zoll
1815	20. bis 28. Juni	8	42,0—67,5	25,5	3,2
1817	3. bis 27. Mai	24	22,0—60,0	38,00	1,6
1819	17. bis 26. December	9	17,0—60,0	43,00	4,8
1824	25. October bis 5. November	11	36,0—77,5	41,5	3,8
1834	28. Januar bis 2. Februar	5	23,5—40,0	16,5	3,3
1837	1. bis 22. Juni	21	43,0—73,0	30,0	1,4
1846	21. bis 27. August	6	32,0—61,5	29,5	4,9
1847	9. bis 27. Mai	18	34,3—63,7	29,4	1,6
1851	30. Juli bis 5. August	6	51,5—71,7	20,2	3,4
1855	1. bis 19. Juni	18	39,5—70,0	30,5	1,7
1876	16. bis 26. Februar	10	12,0—35,5	23,5	2,3
1876	3. bis 15. Juni	12	36,0—76,5	40,5	3,4
1877	7. bis 17. Februar	10	18,0—43,0	25,0	2,5
1878	3. bis 7. Juni	4	47,0—68,0	21,0	5,2

b. Fallen.

Jahr	Tage	Anzahl Tage	Pegelhöhe	Fallen	
				im Ganzen	per Tag
			Zoll	Zoll	Zoll
1817	8. bis 23. Juli	15	86,0—60,0	26,0	1,7
1817	2. bis 21. September	19	59,0—32,0	27,0	1,4
1821	18. bis 31. August	13	76,7—51,0	25,7	2,0
1824	5. bis 26. November	21	77,5—44,0	33,5	1,6
1824	5. bis 23. November	18	77,5—45,0	32,5	1,8
1830	21. Juli bis 6. August	16	61,5—37,0	24,5	1,5
1830	28. September bis 23. October	25	55,0—23,0	32,0	1,3
1837	23. Juni bis 11. Juli	18	73,0—48,0	25,0	1,4
1844	20. August bis 12. September	23	65,5—32,5	33,0	1,4
1846	2. September bis 2. October	30	71,0—28,4	42,6	1,4
1846	2. bis 20. September	18	71,0—33,0	38,0	2,1
1851	6. bis 22. September	16	58,0—33,6	24,4	1,5
1855	15. bis 26. August	11	59,5—40,0	19,5	1,8
1876	17. bis 23. Juni	6	76,0—62,0	14,0	2,33
1876	10. bis 24. Juli	14	55,0—38,0	17,0	1,2
1877	26. Juli bis 16. August	21	62,0—36,0	26,0	1,2

Innerhalb der angeführten Zeiten ging jedoch das Steigen oder Fallen nicht gleichmässig vor sich. Fasst man nur einzelne oder wenige Tage in's Auge, so findet man per Tag beträchtlich grössere Differenzen als die angeführten. So zeigen sich im December 1819 schon nach 5 Tagen 38 Zoll Erhöhung oder per Tag 7,5 Zoll; im August 1846 nach 3 Tagen 26,3 Zoll oder 8,8 Zoll per Tag und im Juni 1876 ebenfalls nach 3 Tagen 29 Zoll oder 9,6 Zoll per Tag, das Sinken kann 2,5 — 3 Zoll per Tag betragen.

Die Fälle, in welchen das Ansteigen des Seespiegels innerhalb 24 Stunden 10 Zoll und mehr betragen hat, sind in folgender Tabelle enthalten.

Ausserordentliches Steigen des Wasserstandes während 24 Stunden.

Jahr	Tag	Pegelstand	Steigen
		Zoll	Zoll
1819	20. bis 21. December	23,0—37,5	14,5
1819	23. » 24. »	47,0—58,0	11,0
1824	1. bis 2. November	52,0—63,0	11,0
1846	22. bis 23. August	32,7—42,7	10,0
1876	11. bis 12. Juni	47,0—57,5	10,5
1876	12. » 13. »	57,5—70,0	12,5
1878	3. » 4. »	47,0—57,7	10,7

Die grösste Ansteigung von 14,5 Zoll in einem Tag im December 1819 fällt mit einem niedrigen Seestand von 30 Zoll im Mittel zusammen und hat deshalb nicht den Werth der Ansteigung von 12,5 Zoll im Juni 1876 bei dem sehr hohen Wasserstand von circa 64 Zoll. Die grössere gleichzeitige Abflussmenge überwiegt in letzterem Falle das geringere Ansteigen beträchtlich.

Seit regelmässige Beobachtungen gemacht werden, zeigen dieselben überhaupt im Juni 1876 den grössten Wasserzufluss in den Zürichsee unter Berücksichtigung des grössern gleichzeitigen Abflusses gegenüber früheren Jahren.

Aus den einzelnen grossen Anschwellungen Schlüsse zu ziehen auf den Erfolg der früheren Verbesserungen der Abflussverhältnisse geht nicht wohl an, da die Ungleichheit der Ursachen zu gross und zu ungenau in Rechnung zu ziehen ist. Wenn demnach nur Mittelwerthe zu jenem Zwecke brauchbar sind, so geben dagegen die extremen wirklichen Erscheinungen die geeigneten Anhaltspunkte, um die Grenzen der Wirksamkeit weiterer Verbesserungen annähernd zu bestimmen.

Um den Verlauf ausserordentlicher Hochwasser zu veranschaulichen, finden sich in den Tafeln No. X, XI und XII je zwei charakteristische Fälle graphisch dargestellt.

In allen diesen Jahrgängen stieg der See über 70 Zoll, im Jahr 1817 sogar auf 86. Die characteristische Verschiedenheit bezieht sich hauptsächlich auf die Raschheit der Ansteigung. Das grösste Hochwasser von 1817 stieg im Mai in 12 Tagen um 31, im Juni in 8 Tagen um 20 und im Juli in 5 Tagen um 13,5 Zoll, also verhältnissmässig

langsam mit 2,5 — 2,7 Zoll per Tag. Bei den gegenwärtigen Abflussverhältnissen würde unter gleichen Zuflüssen der See die damalige Höhe nicht mehr erreichen; der Mehrabfluss während des langsamen Zuwachsens würde eine bedeutende Reduction veranlassen. Unter ähnlichen Verhältnissen bildeten sich die Hochstände von 1821 und 1837. Viel rascher erfolgte das Ansteigen Anfangs November 1824 und zwar innerhalb 3 Tagen um 23 Zoll oder 7,7 per Tag und im August 1846 mit 26 Zoll in 3 Tagen oder 8,7 per Tag; die grösste Differenz stellte sich im Juni 1876 mit 29 Zoll in 3 Tagen, d. h. mit 9,7 Zoll per Tag ein. Für diese letztern Fälle, denen sich auch die Hochwasser von 1878 und 1881 anschliessen, hatten die bisherigen Verbesserungen keinen grossen Erfolg, weil der erzielte Mehrabfluss in wenigen Tagen von keiner grossen Wirkung sein konnte und sind desshalb weitere Maassregeln für einen gesteigerten Abfluss nothwendig.

Die Beschleunigung des Anwachsens des Seestandes in jüngster Zeit kann verschiedene Ursachen haben; grössere Regengüsse oder schnellerer Ablauf in den See. In letzterer Beziehung mag neben Kulturverhältnissen auch der Umstand von Einfluss sein, dass der Abfluss aus dem Wallensee im spätern Verlauf der Linthcorrection oberhalb der Ziegelbrücke verbessert, der Wasserstand des See's gesenkt und vielleicht auch die Differenz zwischen Nieder- und Hochwasser, also das Retentionsvermögen vermindert wurde. Wiederholt glaubte die Linthcommission sich über Aenderungen am Ausfluss des Zürichsee's im Interresse der Linthcorrection aussprechen zu müssen; da auch die Bauten an der Linth, welche auf den Wallenseeabfluss Bezug haben, von noch grösserer Bedeutung für den Zürichsee sein können, so muss auch die Vernehmlassung des Kantons Zürich vor deren Ausführung als wünschenswerth bezeichnet werden.

Veränderlichkeit der Gefällsverhältnisse des Wasserspiegels der Limmat.

Das Bett der Limmat durch die Stadt Zürich ist nach Breite und Gefäll immer noch sehr unregelmässig. Die Weite zwischen den beidseitigen Quaimauern wechselt von 200—400 Fuss. Dazu kommen noch besondere Verengungen durch Einbauten von Gebäuden, Brücken und Wehren, wie durch die Münsterbrücke, die Rathhausbrücke und die Wasserwerksanlagen bei den beiden Mühlestegen. Die freie Oeffnung wird eingeschränkt bei der Münsterbrücke auf 186 Fuss, bei der Rathhausbrücke mit Inbegriff der wenig tiefen Kanäle unter der Fleischhalle und dem Hotel zum Schwert auf 156 und beim obern Mühlesteg auf 129 Fuss, die Radgerinne zu $^{2}/_{5}$ ihrer Weite gerechnet. Diese ungleiche Flussbreite, und noch mehr die Schwellbauten für die Wasserwerke an den beiden Mühlestegen und in neuerer Zeit für das städtische Pumpwerk beim Platzspitz erzeugen besonders bei Niederwasser und geschlossenen Schleusen ein unregelmässiges und gebrochenes Gefäll.

Das Nivellement der Flusssohle vom See bis Wipkingen mit verschiedenen Wasserständen ist auf Tafel No. III dargestellt.

Wie die Zeichnung zeigt, liegen die Grundschwellen der Wehre an den beiden Mühlestegen etwa 25—30 Zoll über der zwischen der Münsterbrücke und dem Platzspitz ausgeglichenen Flusssohle und werden durch die Wehr- und Schleusenbauten entsprechende Ueberfälle gebildet. Beim Auffangswuhr des städtischen Pumpwerkes verschwindet die Stauung bei Hochwasser, weil die Grundschwelle unter der mittleren Sohle liegt und das Nadelwehr durch Aushebung und Umlegung ganz beseitigt werden kann.

Das Gefäll des Wasserspiegels ändert sich im Ganzen und auf den einzelnen Strecken je nach dem Wasserstand. Dieser wird täglich einmal an 7 Pegeln abgelesen, nämlich: an der Bauschanze, am obern Mühlesteg, am untern Mühlesteg, am Papiererwerd (ehemals langer Steg), Mitte-Platz, im Platzspitz und im untern Hard, welche sämmtliche Pegel den Nullpunkt oben haben, gleich 95 Zoll des ursprünglichen Pegels mit dem Nullpunkt unten.

Das Mittel aller Beobachtungen der Jahre 1862—1876, seit der Ableitung des Schanzengrabens in die Sihl bis zur Erstellung des städtischen Wasserwerkes im Letten zeigt folgende Gefällsverhältnisse:

Gefällsverhältnisse des mittlern Wasserspiegels der Limmat vom See bis Hard.

Pegelstandpunct	Distanz	Mittlerer Stand	Zwischen-gefäll von 1862 - 76	Zwischen-gefäll von 1845—52
	Fuss	Zoll	Zoll	Zoll
Bauschanze . .		— 65,2		
	2466		5,8	7,33
Oberer Steg . .		— 71,0		
	600		25,0	20,70
Unterer Steg . .		— 96,0		
	500		33,1	36,50
Papiererwerd . .		— 129,1		
	1513		28,7	27,84
Mitte-Platz . .		— 157,8		
	636		10,6	13,63
Platzspitze . . .		— 168,4		
	4600		84,6	
Hard		— 253,0		

In der vierten Zahlenrubrik sind die mittleren Partialgefälle enthalten, wie sie von Herrn Oberst H. Pestalozzi für die Jahre von 1845—1852 gefunden wurden.

Das Gefäll für die Wasserwerke vom obern Steg bis Mitte-Platz beträgt für die Periode von 1862 — 1876 im Mittel 86,8 Zoll, für die Periode 1845—1852 jedoch nur 85,04 Zoll und es haben demnach die Gewerbe in der Zwischenzeit keine Einbusse erlitten, sondern, besonders diejenigen am obern Steg, gewonnen.

Das Gesammtgefäll vom See bis zum Platzspitz und noch mehr die Partialgefälle ändern sich mit dem Wasserstande und zwar hauptsächlich in Folge des verschiedenen Schleusenstandes. Dies zeigen schon die Mittel der Pegelstände der einzelnen Monate, welche in der Tafel No. XIII aufgetragen und in folgender Tabelle enthalten sind. Da die Ablesungen täglich nur einmal stattfinden, und zwar Vormittags bei vollem Betrieb der Wasserwerke, so sind die aus denselben abgeleiteten Mittel mit dem wirklichen Mittel nicht ganz übereinstimmend, indem, abgesehen von Sonn- und Festtagen, auch Nachts einzelne Werke abgestellt werden. Um den Einfluss dieser theilweisen Abstellungen annähernd zu ermitteln, wurde das Mittel der Sonntagsablesungen als zweite horizontale Zahlenreihe unter die Mittel der Ablesungen aller Tage gesetzt.

Monatsmittel aus den Jahren 1862—1876 der Wasserstände der Limmat in Zollen.

Monate	See	Obersteg	Untersteg	Papiererwerd	Mitte-Platz	Platzspitz
Januar	— 74,1	— 76,8	— 102,4	— 138,8	— 168,1	— 179,5
		74,9	104,2	141,3	172,1	183,8
Februar	75,1	77,5	102,2	137,3	166,2	176,3
		76,4	104,4	139,8	170,0	180,3
März	72,7	75,7	101,4	138,4	165,6	175,6
		74,3	102,8	141,7	170,1	180,0
April	66,4	71,2	97,0	130,7	158,8	167,7
		68,7	97,9	132,9	161,8	170,7
Mai	56,4	65,5	90,1	118,9	148,0	159,3
		63,3	90,5	120,9	150,0	161,3
Juni	52,9	63,3	87,7	115,7	145,4	156,7
		61,0	87,5	117,2	146,9	158,2
Juli	56,2	66,0	90,1	119,2	148,8	160,5
		63,8	89,9	121,2	150,8	162,5
August	58,2	67,2	92,2	121,0	149,8	160,3
		64,8	92,4	123,0	151,3	160,8
September . . .	63,8	70,2	95,1	127,5	155,6	166,2
		67,8	94,4	130,0	158,3	169,5
October	65,7	70,9	95,8	130,6	159,0	169,5
		68,0	95,9	132,3	161,7	173,5
November . . .	69,2	73,7	98,4	134,1	162,6	173,3
		71,2	100,2	135,9	166,1	176,8
December . . .	21,3	74,1	100,0	136,7	165,7	176,4
		72,4	101,4	140,2	170,2	180,9
Mittel aller Tage .	65,2	71,0	96,0	129,1	157,8	168,4
Mittel der Sonntage		69,0	96,9	131,4	160,8	171,5

Aus dieser Tabelle findet man z. B., dass das mittlere Partialgefäll vom See bis Obersteg vom Februar mit dem niedrigsten Wasserstand bis Juni mit dem grössten von 2,4 bis 10,4 Zoll wächst. Es ergibt sich ferner, dass an Sonntagen bei theilweise abgestellten Werken am obern Steg eine mittlere Stauung des Wasserspiegels von 2 Zoll und Mitte Platz dagegen eine Senkung um 3 Zoll stattfindet. Ein gleiches Verhältniss wird auch während der Nacht ausserhalb der gewöhnlichen Arbeitszeit an Werktagen eintreten.

Für grössere Unterschiede der Wasserstände als die Monatsmittel verändert sich auch das Partialgefäll vom See bis Obersteg mehr und kann vom niedrigsten bis zum höchsten Wasserstand die Steigerung 17—18 Zoll betragen. Für die nachfolgende Bestimmung der abfliessenden Wassermenge bei verschiedenen Wasserständen ist es von Werth, das durchschnittliche Verhältniss der letztern bei den verschiedenen Pegeln, namentlich zwischen dem Bauschanz-, dem Obersteg- und dem Mitte-Platz-Pegel zu

kennen. Die Vergleichung einer Reihe von Ablesungen ergab unter Berücksichtigung der Zeit abgestellter Werke an Sonntagen und bei Nacht folgende Abhängigkeit unter den genannten drei Pegeln:

Vom Seepegel ausgehend.			Von Mitte-Platz-Pegel ausgehend.		
Seepegel	Obersteg-Pegel	Mitte-Platz-Pegel	Mitte-Platz-Pegel	Obersteg-Pegel	Seepegel
— 90	— 90,5	— 185	— 185	— 90,5	— 90
85	86	180	180	86	85
80	81	175,5	175	80,5	79,5
75	77	171	170	76,5	74,5
70	72,5	164,5	165	73	70,7
65	69,3	159	160	70	65,7
60	66,5	153,5	155	67,8	61,7
55	63,8	148,5	150	65	57
50	60,6	143,7	145	61,8	51,8
45	57,3	139,2	140	58	46
40	53	135	135	53	40
35	48,8	130,7	130	48	34,2
30	44,7	126,6	125	43,5	28,5
25	41	122	120	39	22,5
20	36,5	117,5			

Diese Verhältnisse sind auf Tafel No. XIV graphisch dargestellt, so dass man, von jedem der Pegelstände ausgehend, die entsprechenden zwei andern erheben kann. Zu dem Pegelstand von 150 Zoll Mitte-Platz auf der Horizontalscale findet man z. B. die beiden andern Pegelstände am See und beim obern Steg, indem man den Durchschnitt der Verticallinie auf 150 mit den Curven für den See- und Obersteg-Pegel auf die Verticalscale überträgt, und so die entsprechenden Höhen von 57 und 65 Zoll findet. In ähnlicher Weise ergibt sich aus einer der letzteren Höhen der Stand bei Mitte-Platz.

Es ist namentlich aus der Zeichnung ersichtlich, dass die Differenz der Pegelstände am See- und Obersteg nicht stetig mit dem Wasserstande wächst. Von 70—50 Zoll Seestand ist die Zunahme am stärksten, weil innerhalb dieser Grenzen die Schleusen nach und nach geöffnet werden. Bei offenen Gerinnen ergibt sich ein anderes Verhältniss, das annähernd durch die punktirten Linien angedeutet wird. Das Gefäll der einzelnen Strecken verhält sich übrigens nicht gleichmässig, wie aus dem Längenprofil des Wasserspiegels von 1876 ersichtlich ist. Die Verengerungen bei den beiden Brücken, namentlich bei der Rathhausbrücke, bewirken Stauungen, beziehungsweise starke Gefälle, während die Erweiterung oberhalb dem Mühlesteg das Gefäll nahezu verschwinden lässt, was auf die Wirksamkeit der Schleusen, wie weiter unten gezeigt wird, von erheblichem Einflusse ist.

Aus dem See abfliessende Wassermenge.

a. Ermittelung in Bezug auf die Wasserstände.

Um die Wassermenge zu bestimmen, welche bei verschiedenen Pegelständen namentlich an der Bauschanze durchschnittlich durch die Limmat abfliesst, geht man am sichersten von Mitte-Platz aus, weil die Regelmässigkeit der Flussstrecke daselbst die zuverlässigste Messung zulässt. Dabei ist jedoch ein Zeitraum in's Auge zu fassen, innerhalb welchem die Verhältnisse des Flussbettes sowohl als diejenigen der übrigen Abflusskanäle als annähernd constant anzusehen sind. Dies trifft, wie schon oben erwähnt, die Zeit nach der Ableitung des Schanzengrabens in die Sihl und vor der Ausführung des städtischen Wasserwerkes im Letten von 1862—1876. In dieser Periode wurden bei verschiedenen Wasserständen Wassermessungen mittelst Stabschwimmern, namentlich von Herrn Linthingenieur Legler vorgenommen. Mit Hülfe derselben liess sich eine Curve construiren, aus welcher sich mit hinreichender Genauigkeit die einem bestimmten Wasserstand bei Mitte-Platz entsprechende Wassermenge entnehmen lässt, keine Rückstauung der Sihl vorausgesetzt. Auf Tafel No. XV ist diese Curve unter andern dargestellt.

Um die Wassermenge der Limmat beim obern Steg zu erhalten, ist der Antheil des Sihlkanals und anderer kleinerer Zuflüsse, welche oberhalb Mitte-Platz sich mit der Limmat vereinigen, abzuziehen. Ausser einigen Messungen im Sihlkanal beruht der Ansatz für diese Zuflüsse mehr auf Schätzung als auf Messung, was bei ihrer verhältnissmässig geringen Massermenge im Ganzen keine grosse Unsicherheit mit sich bringen kann. Grössere Schwierigkeiten für die Ausmittelung richtiger, für längere Zeit gültiger Werthe verursachen der Sihlwasserstand und Veränderungen im Limmatbett.

Aus der graphischen Darstellung der Wassermengen, bezogen auf den Mitte-Platz-Pegel, welche der angegebenen Zeit von 1862—1876 annähernd entspricht, ergeben sich unter Berücksichtigung der anderweitigen Zuflüsse folgende Verhältnisse:

Wassermenge der Limmat auf Mitte-Platz-Pegel bezogen.

Pegel Mitte-Platz	Mittlere Wassermenge	Zuflüsse vom Sihlkanal etc.	Wassermenge der Limmat allein
Zoll	cub. Fuss	cub. Fuss	cub. Fuss
— 185	500	60	440
180	650	70	580
175	980	70	910
170	1400	70	1330
165	2000	80	1920
160	2700	100	2600
155	3500	120	3380
150	4400	150	4250
145	5350	180	5170
140	6330	200	6130
135	7380	200	7180
130	8400	200	8200
125	9450	200	9250
120	10550	200	10350

Für höhere Wasserstände wächst die Wassermenge annähernd proportional der Höhenzunahme, soweit der Stand der Sihl ausser Acht fällt.

Trägt man die Werthe der vierten Colonne auf die Pegelstände am Obersteg und an der Bauschanze, welche den obigen Pegelständen bei Mitte-Platz entsprechen und der Tafel No. XIV zu entnehmen sind, so ergeben sich daraus die beiden Curven für die Wassermengen in Bezug auf den Obersteg- und den Bauschanz-Pegel, wie sie auf Tafel No. XV dargestellt sind.

Die totale Abflussmenge aus dem See ergibt sich durch Addition des durch die Limmat und den Schanzengraben fliessenden Wassers. Das letztere wurde theils durch directe Messungen, theils durch Rechnung ermittelt, und der mittlere Stand der Schleusenöffnungen, welche im Sommer meistens offen, im Winter hingegen grösstentheils geschlossen sind, in Rechnung gezogen.

Für die Pegelstände von 5 zu 5 Zoll sind nun den bezüglichen Curven folgende Verhältnisse zu entnehmen:

Aus dem See abfliessende Wassermenge.

See- und Oberstegpegel	Mittlere Wassermenge auf den Oberstegpegel bezogen	Mittlere Wassermenge auf den Seepegel bezogen	Mittlere Abflussmenge durch den Schanzengraben auf den Seepegel bezogen	Gesammtabfluss aus dem See auf den Seepegel bezogen
Zoll	cub. Fuss	cub. Fuss	cub. Fuss	cub. Fuss
— 90	450	440	20	460
85	620	580	30	610
80	960	880	40	920
75	1580	1350	80	1430
70	2620	2000	150	2150
65	4250	2750	300	3050
60	5680	3700	580	4280
55	6750	4600	800	5400
50	7800	5500	960	6460
45	8930	6300	1120	7420
40	10100	7180	1290	8470
35	11280	8080	1460	9540
30		8980	1620	10600
25		9880	1780	11660
20		10820	1930	12750
18,5		11100	2000	13100

Wie am besten aus der Zeichnung zu ersehen ist, nehmen die beiden Wassermenge-Curven für die Limmat bei Obersteg und der Bauschanze, sowie für den Schanzengraben keinen stetigen Verlauf, weil mit der Höhe der Wasserstände die Schleusenöffnungen unregelmässig ändern. Für beständig offene Schleusen und vollen Betrieb der Wasserwerke würden sowohl die relativen Pegelstände als die entsprechenden Wassermengen andere sein. Die punctirten Linien geben diese Verhältnisse als Ergebniss der Beobachtung den mittleren Zuständen entsprechend an. Je tiefer die Wasserstände, desto mehr weichen die Wassermengen bei vollen Oeffnungen von denjenigen unter Berücksichtigung der durchschnittlich wirksamen Oeffnungen ab, weil bei hohen Ständen in der Regel alle Schleusen in Wirklichkeit offen sind.

Vor 1876 trat, wie schon früher erwähnt wurde, die Schifffahrtsschleuse nicht in Wirksamkeit. Seit dies geschieht, ist auch die Abflussmenge bei gleichen Pegelständen am obern Steg verhältnissmässig grösser und zwar um 460—550 Cubicfuss für Höhen von 50 und 40 Zoll, was bei den vorgeführten Verhältnissen nicht berücksichtigt ist.

Der graphischen Darstellung ist ferner zu entnehmen, dass bei höhern Wasserständen und geöffneten Schleusen der Abfluss beim obern Steg um 190 Cubicfuss, bei der Bauschanze um 160 und durch den Schanzengraben um 30 Cubicfuss, also der Gesammtabfluss aus dem See gleichfalls um 190 Cubicfuss zunimmt, wenn der Wasserstand an den bezüglichen Pegeln um 1 Zoll steigt.

Für den Wasserstand von — 18,5 Zoll (+ 76″,5) an der Bauschanze am 15. Juni 1876 berechnet sich die Abflussmenge durch die Limmat auf 11100 und durch den Schanzengraben auf 2000, also für den gesammten Seeabfluss auf 13100 Cubicfuss.

b. Monatlich und jährlich abfliessende mittlere Wassermenge.

Es ist nun von besonderem Werth, die Wassermenge kennen zu lernen, welche durchschnittlich in den einzelnen Monaten abfliesst. Dieselbe ergibt sich angenähert aus den mittleren Wasserständen eines jeden Monats und den entsprechenden wirklichen Abflussmengen gemäss der graphischen Darstellung.

Mittlerer Wasserabfluss von 1862—1876 durch Limmat und Schanzengraben.

Monat	Mittlerer Wasserstand	Wassermenge der Limmat per Secunde	Wassermenge des Schanzengrabens per Secunde	Gesammtabfluss aus dem See per Secunde
	Zoll	cub. Fuss	cub. Fuss	cub. Fuss
Januar	— 74,1	1420	80	1500
Februar	75,1	1350	80	1430
März	72,7	1600	100	1700
April	66,4	2550	250	2800
Mai	56,4	4320	730	5050
Juni	52,9	5000	860	5860
Juli	56,2	4400	730	5130
August	58,2	4040	650	4690
September . . .	63,8	2960	390	3350
October	65,7	2650	300	2950
November . . .	69,2	2100	170	2270
December . . .	71,3	1800	120	1920
Jahresmittel . .	— 65,2	2849	372	3221

Die durchschnittlich das ganze Jahr aus dem See abfliessende Wassermenge beträgt mithin 3221 Cubicfuss oder rund 87 m^3 per Secunde, davon fallen circa 88 % auf die Limmat, 12 % auf den Schanzengraben. Im Monate Februar fliesst die kleinste und im Juni die grösste Menge ab und zwar beträgt die letztere circa das vierfache der ersteren.

Das Einzugsgebiet des Zürichsee's beträgt 1820 km^2 und die jährlich aus demselben abfliessende Wassermenge nach obigem $87 m^3 \times 60 \times 60 \times 24 \times 365 = 2,743,632,000 m^3$ oder rund 1,502,000 m^3 per Quadratkilometer, was einer über das ganze Gebiet vertheilten Wasser- oder Regenhöhe von 1,5 m. entspricht.

Es mag dieses Resultat gegenüber der früher angegebenen mittleren Regenmenge in Zürich von 1,181 m. der Jahre 1864—1880 als zu gross erscheinen. Es ist aber zu berücksichtigen, dass der Niederschlag im obern Flussgebiet viel bedeutender ist. So stellte sich das Verhältniss in den Jahren 1878—1880 für Zürich und Auen im Linththal wie 1,278 m. zu 1,768 m. heraus. Höher im Gebirge ist wahrscheinlich der Niederschlag als Regen und Schnee noch grösser. Ueberdies mag die Aufnahme des Wassers aus der Luft unmittelbar durch den Boden, namentlich durch die Schnee- und Eisfelder, während der wärmeren Jahreszeit nicht unbeträchtlich sein, so dass die Verdunstung dadurch zum Theil einen Ersatz findet.

Herr Legler fand nach den Wasserständen der Linth bei Giessen für das Jahr 1859 mit mittlerem Wasserstand des Zürichsee's eine Abflussmenge von 69937 Millionen Cubicfuss oder rund 1890 Millionen Cubicmeter, was für das dortige Einzugsgebiet von 1167 Quadratkilometer einer Regenhöhe von 1,62 m. entspricht.

Trägt man, wie auf Tafel VIII »Mittlere Dauer der Wasserstände«, die den Pegelständen der Jahre 1845—1880 entsprechenden Abflussmengen auf, so lässt sich aus der so erhaltenen Curve der Wassermengen die mittlere Abflussmenge per Secunde ebenfalls ermitteln, indem man die von der Curve abgegrenzte Fläche unter der horizontalen durch 365 theilt. Diese Berechnung ergibt pro Secunde 3449 Cubicfuss = 93,2 m³. Dieser Betrag übersteigt den auf vorige Weise erhaltenen um 6,2 m³. Es war jedoch der mittlere Wasserstand von 1845—1880 um 0,63 Zoll höher als von 1862—1876. Der Werth von 93,2 m³ reducirt sich dadurch für die Jahre 1862—1876 um 3,6 m³ oder auf 89,6 m³. Der Mehrbetrag von 2,6 m³ gegenüber dem obigen von 87 m³ findet wol darin eine genügende Erklärung, dass in späteren Jahren durch kleinere Verbesserungen in den Abflussverhältnissen oder vermehrte Schleusenöffnung bei gleichen Seehöhen mehr Wasser abfloss als in frühern, wodurch die Wassermengencurve, Tafel XV, für den Durchschnitt der Jahre von 1845—1880 etwas zu grosse Werthe angibt.

Von der mittleren Abflussmenge aus dem See hängt die Erneuerung seines Wasserinhaltes ab und es mag in mancher Hinsicht nicht ohne Interesse sein, hierüber eine angenäherte Rechnung aufzustellen. Das Seewasser wird sich in der Zeit vollständig erneuern, welche nothwendig ist, bis eine dem Inhalt des Seebeckens gleichkommende Wassermenge abgeflossen ist.

Eine Berechnung jenes Inhaltes nach dem Flächeninhalt und den Seetiefen ergab in runder Zahl einen Betrag von 4000 Millionen Cubicmetern. Für einen mittleren jährlichen Abfluss von rund 2700 Millionen Cubicmetern stellt sich mithin die mittlere Dauer für die vollständige Erneuerung auf rund 1,5 Jahre. Es folgt daraus eine mittlere Durchflussgeschwindigkeit von der Einmündung der Linth bis zum Ausfluss von annähernd 3 m. per Stunde.

Retentionsvermögen des See's.

Die Menge des in der Zeiteinheit aus dem See abfliessenden Wassers steht selten in Uebereinstimmung mit dem Zufluss. Bevor die Verstärkung des Zuflusses sich auf den Abfluss fühlbar machen kann, muss der Seespiegel bei unverändertem Schleusenstand gehoben, der See also mehr gefüllt werden.

Die Grösse und die Zeitdauer dieser Füllung wird bedingt durch die Flächenausdehnung des Seespiegels. Je grösser dieselbe ist, desto langsamer und geringer wird die Höhenänderung für ein bestimmtes Zuflussquantum eintreten und demgemäss auch die Abflussmenge sich ändern.

Die Oberfläche des Zürichsee's wurde berechnet zu 87,78 Quadratkilometer oder rund 975 Millionen Quadratfuss. Ein Mehr- oder Minderzufluss von 1000 Cubicfuss in der Secunde entspricht in 24 Stunden einer Wassermenge von 86,4 Millionen Cubicfuss, welche den Wasserspiegel um $\frac{86,4}{975} = 0,0886$ Fuss erhöht oder senkt. Eine Aenderung der Höhe von 1 Zoll in 24 Stunden entspricht demnach einem Mehr- oder Minderzufluss von 1128,7 oder rund 1130 Cubicfuss. Vom 12. auf den 13. Juli 1876 stieg der Seespiegel um 1,25 Fuss. Es entspricht diess einem Ueberschuss des Zuflusses von 14100 Cubicfuss pro Secunde. Für den gleichzeitigen Pegelstand + 57,5 bis + 70 Zoll oder von — 37,5 bis — 25 Zoll, d. h. — 31,25 Zoll im Mittel, zeigt die Curve der Abflussmenge 10400 Cubicfuss pro Secunde. Der Gesammtzufluss während eines Tages betrug demnach 14100 + 10400 = 24500 Cubicfuss pro Secunde.

Zwei Tage nach diesem grössten Zufluss vom 15. Juni erreichte der Seespiegel die grösste Höhe, nämlich + 76,5 am alten oder — 18,5 Zoll am neuen Pegel. Die entsprechende Abflussmenge beträgt pro Secunde 13100 Cubicfuss. Der grösste Abfluss verhielt sich also bei diesem Hochwasser zum grössten Zufluss wie 13100 : 24500 oder wie 1 : 1,87. Für den gleichen Tag vom 12. auf den 13. Juni verhielt sich der Ab- und Zufluss wie 10400 : 24500 oder wie 1 : 2,3. Dieses Verhältniss kann nämlich bei gleichem Zufluss grösser oder kleiner werden, je nachdem bei Eintritt des Hochwassers der See tiefer oder höher steht und die gleichzeitige Abflussmenge kleiner oder grösser ist. Das Retentionsvermögen kann deshalb begünstigt werden, indem der See zur Zeit der voraussichtlichen Hochwasser möglichst tief gehalten wird.

Für die Limmat unterhalb der Sihlmündung kann die Zurückhaltung des Wassers im See nicht blos durch das Mass der Zurückhaltung, sondern auch durch die Verschiebung des Maximums nach der Zeit günstig wirken, weil bei grossen Nieder-

schlägen, welche den See ausserordentlich füllen, gewöhnlich auch die Sihl, bevor letzteres geschehen ist, stark anschwellt und so die beiden grössten Wassermassen beim Zusammenfluss der Zeit nach auseinander gehalten werden.

Die Senkung des Hochwassers bei unverändertem Niederwasser bedeutet dagegen zugleich eine Verminderung der Retention und einen entsprechend grössern Abfluss während des Ansteigens, was der Auseinanderhaltung der beiden Gewässer entgegenwirkt. Dass es sich hierbei unter Umständen nicht um unbedeutende Modifikationen handeln kann, mag ein Beispiel zeigen. Im Juni 1876 stieg der See, wie oben angegeben wurde, in drei Tagen um 29 Zoll. Soll dieses Ansteigen nur um 9 Zoll oder per Tag um 3 Zoll ermässigt werden, so müsste nach dem vorangehenden der Abfluss per Secunde $3 \times 1130 = 3390$ Cubicfuss mehr betragen, als es wirklich der Fall war. Diese Vermehrung macht circa 1/3 der Wassermenge aus, welche die Limmat und der Schanzengraben bei dem entsprechenden Seestand abzuführen vermochten. Eine solche Anforderung müsste desshalb zu einer umfassenden Umgestaltung der Flussbette führen.

Auf derartige Fälle rascher Anschwellung, die aber die meisten Hochwasser begleiten, wurde bei Errichtung der Schleusen nicht gerechnet, man glaubte mit einer grössten Steigerung des Abflusses um 1600 Cubicfuss per Secunde den schwierigsten Ereignissen gewachsen zu sein und Erniedrigungen der höchsten Wasserstände um Fusse und nicht bloss um wenige Zolle voraussehen zu dürfen.

Es ist schon die Frage aufgeworfen worden, ob nicht durch Landanlagen im Seegebiet das Retentionsvermögen durch Verminderung des Flächeninhaltes erheblich geschwächt werde. In den 10 Jahren von 1871—1880, in welchen namentlich bei Anlass der Bahnbauten am meisten Landanlagen zur Ausführung kamen, betrug die dem Seegebiet abgewonnene Fläche im Kantonsgebiet 2,520,000 Quadratfuss, was circa 1/4 % der Gesammtoberfläche ausmacht und demnach als von einem verschwindenden Einfluss auf das Verhalten des Seestandes zu bezeichnen ist.

Regulirung des Abflusses durch die Schleusen.

In dem oben angeführten Grossrathsbeschluss vom 5. Februar 1845 betreffend die Errichtung von Freischleusen kommen unter anderem folgende Erwägungen vor:

»Dass die Wasserwerksbesitzer das unbedingte Verfügungsrecht des Staates zum Zwecke der Regulirung der Wasserstände und in Berücksichtigung des Wasserbedarfs der Gewerbe sowol über die neu zu errichtenden Schleusen als über die freien Flussöffnungen förmlich anerkennen« und »dass vermittelst der durch den Bau der fraglichen Schleusen zu bewirkenden Regulirung der Wasserstände des See's und der Limmat die Nachtheile allzu hoher und alzu niederer Wasserstände für die Ufer und Uferbauten des See's und der Limmat vermieden und zugleich die Schifffahrt erleichtert werde.«

Es soll demnach unter Berücksichtigung des Wasserbedarfs der Gewerbe an den beiden Mühlestegen mittelst der Schleusen ein mittlerer Wasserstand möglichst angestrebt werden.

In den Jahren von 1846 bis 1880 betrug der mittlere Wasserstand 30 Zoll am alten oder — 65 am neuen Pegel an der Bauschanze. Durchschnittlich wurde dieser Stand an 197 Tagen im Jahr nicht überschritten. Empfindlicher Schaden erwächst erst bei Wasserständen über 55 (— 40) Zoll, welche im Durchschnitt in der genannten Periode an 12 Tagen im Jahr überschritten wurden und ausschliesslich auf die Monate Mai, Juni, Juli, August und September fallen.

Im öffentlichen Interesse muss also hauptsächlich darnach getrachtet werden, von Anfang Mai bis Ende September die verfügbaren Mittel zur Verhütung zu hoher Seestände zur Anwendung zu bringen.

Die während eines Jahres aus dem See abfliessende Wassermenge wurde durchschnittlich zu 3200 Cubicfuss per Secunde gefunden. Nahezu dieselbe mittlere Wassermenge ergaben die Monate April und October. Sie entspricht annähernd einem Seestande von + 30 (— 65) Zoll bei offener Sommerdurchfahrt und geschlossenen Freischleusen mit geöffnetem Schanzengraben. Beim nämlichen Wasserstand im See könnten 4350 Cubicfuss abfliessen, wenn sämmtliche Schleusen mit Ausnahme der Schifffahrtsschleuse gezogen sind. Oder umgekehrt könnten bei geöffneten Schleusen schon bei 7″,5 tieferem Seestand oder bei 22,5 (— 72″,5) 3200 Cubicfuss pro Secunde abfliessen.

Für einen gleichmässigen Zufluss zum See würden also die gegenwärtigen Zustände der Limmat und des Schanzengrabens hinreichen, einen entsprechenden Abfluss schon bei einem Seestand von 22,5 (— 72,5) Zoll zu ermöglichen. Es ist jedoch weiter oben gezeigt worden, dass in Folge ungleicher Vertheilung des Zuflusses der Abfluss während eines ganzen Monats durchschnittlich auf nahezu 6000 Cubicfuss pro Secunde steigen kann, was bei offenen Schleusen einen Seestand von + 40,5 (— 54,5) Zoll entspricht. In einzelnen Jahren kann sogar der monatliche Zu- und Abfluss auf 9300 Cubicfuss pro Secunde steigen, was einen Seestand von 58,5 (— 36,5) Zoll nothwendig macht. Weil

innerhalb eines Monats der Zufluss stark wechseln kann und deshalb die Schleusen nicht constant vollständig offen sind, so ergibt sich für einen gleichmässigen Abfluss von 6000 Cubicfuss während eines Monats ein wirklicher Seestand von + 43″ (— 52) anstatt 40,5 (— 54″,5). Der Abfluss von 9300 Cubicfuss stimmt dagegen nahezu mit permanent offenen Schleusen bei 59″ (— 36″) überein. Bei grosssen Zuflüssen resp. hohen Seeständen kommt demnach der wirkliche Stand unter den vorhandenen Verhältnissen dem möglichst tiefen immer näher.

Der Grund, warum niedrige Seestände immerhin beträchtlich höher stehen als sie nach den Abflusseinrichtungen möglicherweise sein könnten, liegt in der Ausnutzung des Gefälls der Limmat für die Gewerbe. Die gleiche Wassermasse kann bei nur theilweise oder ganz geöffneten Schleusen abfliessen. Dem letzteren Falle entspricht jedoch ein tieferer Wasserspiegel am See und namentlich am obern Mühlesteg, während er unterhalb den Wasserwerken auf gleicher Höhe steht. Dadurch vermindert sich sowol die den Wasserwerken zufliessende Wassermenge als das nutzbare Gefäll.

Aus Tafel No. XV findet man für gleiche Abflussmengen bei gewöhnlichem Stande der Schleusen am obern Steg und Schanzengraben und bei vollständiger Oeffnung mit vollem Betrieb der Werke die Aenderungen der entsprechenden andauernden Wasserstände am See und am obern Steg nach folgender Tabelle:

Gefällsverhältnisse bei verschiedenem Schleusenstand.

Abflussmenge durch die Limmat	Pegelstand an der Bauschanze		Differenz	Pegelstand am obern Steg		Gefällsverlust
	bei mittlerem Schleusenstand	bei vollständig offenen Schleusen		bei mittlerem Schleusenstand	bei vollständig offenen Schleusen	
cub. Fuss p. Sec.	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
2750	— 65	— 73,5	+ 8,5	69,3	83,3	14,0
3700	— 60	— 66	+ 6	66,5	77,3	10,8
4600	— 55	— 59	+ 4	63,8	71,5	7,7
5480	— 50	— 52,3	+ 2,3	60,6	65,5	4,9
6300	— 45	— 46,5	+ 1,5	57,3	59,8	2,5
7180	— 40	— 40,3	+ 0,3	53	55	2,0
8080	— 35	— 35	+ 0	48,8	50	1,2

Hieraus ist zu entnehmen, dass bei längerem unverändertem Zufluss der Seestand bei mittlerer oder wenig grösserer Wassermenge erheblich tiefer gehalten werden könnte, wenn die Schleusen vollständig geöffnet und alle Wasserwerke im Gange erhalten würden anstatt wie es im Durchschnitt geschieht. Es folgt dagegen ferner daraus, dass durch die Senkung des Wasserspiegels am obern Steg durch die vollständige Oeffnung aller Schleusen gegenüber dem gewöhnlichen Zustand das für die Wasserwerke nutzbare Gefäll, das im Mittel vom Oberwasserspiegel am obern Steg bis Unterwasser beim Papiererwerd 58 Zoll beträgt, in grösserem Maasse als der Seestand reduzirt wird, abgesehen davon, dass durch die geöffneten Freischleusen Wasser für dieselben verloren geht.

Bei grösserem Zufluss resp. höheren Seeständen nimmt dieser Unterschied rasch ab, weil mit steigendem See die Schleusen thatsächlich sich dem ganz geöffneten Zustand immer mehr nähern. Wenn dies auch bei höhern Ständen nicht ganz vollständig zutrifft, so mag die Ursache in dem oft eintretenden schnellen Wechsel des Wasserstandes oder Störungen durch Reparaturen, Stillstand der Werke etc. liegen, indem die Resultate den mittleren Verhältnissen entnommen sind.

Es fragt sich nun, wie weit man den Wasserwerken Rechnung tragen könne ohne die öffentlichen Interessen empfindlich zu beeinträchtigen. Zur Aufklärung dieser Frage ist die Wirksamkeit der Schleusenöffnungen sowol in Bezug auf die unmittelbare Vermehrung der Abflussmenge, als in Bezug auf Aenderung des Seestandes noch genauer zu prüfen.

Wirksamkeit der Schleusen zur Vermehrung des Abflusses.

Werden bei irgend einem Wasserstand eine oder mehrere Schleusen am obern Steg geöffnet, so senkt sich daselbst der Wasserspiegel, während er sich unterhalb der Wasserwerke hebt, und es tritt mit der Vermehrung des Wasserabflusses durch die nun gezogenen Schleusen eine Verminderung des Abflusses durch die andern Oeffnungen ein, indem bei dem horizontalen Wasserspiegel auf einer längern Strecke oberhalb der Schleusen die Senkung durch vermehrte Zuflussgeschwindigkeit zu den Ueberfällen nicht ausgeglichen wird. Wären die Schleusen in der Nähe des See's angebracht, so könnte eine Senkung des Oberwassers nicht sofort eintreten und der Abfluss durch die übrigen Oeffnungen würde aus diesem Grunde nicht vermindert. Je weiter sie dagegen vom See entfernt sind und je grösser das Zwischengefäll ist, desto geringer ist ihr Einfluss auf die Abflussmenge; es entsteht oder verschwindet vielmehr nur eine lokale Stauwelle.

Das Maass dieser beschränkten Leistung, sowie der jeweilige Schleusenstand lassen sich für die Verhältnisse der in Betracht gezogenen Zeitperiode der graphischen Darstellung der Abflussmengen annähernd entnehmen, wenn man den Betrag des Abflusses durch die fünf Freischleusen für den betreffenden Wasserstand berücksichtigt.

Den Berechnungen des Herrn Legler zufolge fliessen durch die fünf Freischleusen folgende Wassermengen:

Abfluss durch die Freischleusen.

Pegelstand am obern Steg	Wassermenge in cub. Fuss
— 80 Zoll	1234
— 75	1406
— 70	1586
— 65	1766
— 60	1944
— 55	2126
— 50	2328
— 45	2551
— 40	2775

Aus der graphischen Tafel No. XV ergeben sich nun z. B. folgende Verhältnisse:

1) Bei durchschnittlichem Schleusenstand:

Seestand.	Pegel Obersteg.	Wassermenge in Cubicfuss.
— 60 Zoll	— 66,5 Zoll	3700

2) Bei vollständig offenen Schleusen:

— 60 Zoll	— 72 Zoll	4500

Die Zunahme des Abflusses beträgt mithin 800 Cubicfuss.

Würde sich der Oberwasserspiegel beim obern Steg nach Oeffnung der Schleusen nicht senken, also auf 66,5 verbleiben, so zeigt die Tafel eine entsprechende Abflussmenge am Obersteg von 5350 Cubicfuss, also 1650 Cubicfuss mehr als bei gewöhnlichem Schleussenstand. Gegenüber diesem Betrage bleibt demnach der wirkliche Effect um circa 52 % zurück. Der eventuelle Mehrbetrag von 1650 Cubicfuss kommt dem Abfluss durch 4,8 Schleusen bei 66,5 Zoll Oberstegpegel gleich. Es waren demnach bei diesem Wasserstand durchschnittlich nahezu alle Freischleusen geschlossen. Dieses Ergebniss rührt zum Theil daher, dass zu Zeiten der geschlossenen Sommerdurchfahrt der Wasserstand bisweilen höher anstieg. Uebrigens waren in den 60ger Jahren, in welchen keine ausserordentlichen Hochwasser vorkamen, mehrmals selbst während der Sommermonate die Schleusen bei 66,5 Zoll Obersteg geschlossen.

Bei 10 Zoll höherem Seestand ergibt sich folgendes:

	Seestand.	Pegel Obersteg.	Wassermenge in Cubicfuss.
1) bei mittlerem Schleusenstand:			
	— 50 Zoll	60,5 Zoll	5470
2) bei vollständig offenen Schleusen:			
	— 50 Zoll	63,7 Zoll	5800
3) wenn am Obersteg der Wasserspiegel unverändert bliebe;			
	— 50 Zoll	60,5 Zoll	6200

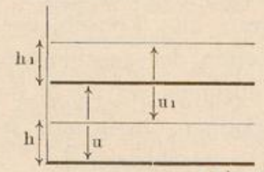
Der Unterschied der beiden ersten Fälle zeigt 330 Cubicfuss, während sich für einen unveränderten Wasserspiegel eine Vermehrung von 730 Cubicfuss ergibt. Der wirkliche Zuwachs reduzirt sich mithin um circa 55 %.

Der Ausfall von 730 Cubicfuss entspricht bei 60,5 Zoll Wasserstand der Leistung von 1,8 Freischleusen, die durchschnittlich geschlossen waren und zwar aus ähnlichen Gründen, wie sie oben angegeben sind.

Diese Ergebnisse sind nur als approximative anzusehen. Der genauen Ermittelung aus den relativen Wasserständen an den verschiedenen Pegeln stehen grosse Schwierigkeiten entgegen, namentlich wegen fast fortwährender Aenderung am Flussbett und an der Einrichtung und dem Betrieb der Wasserwerke. Im Allgemeinen ist aber doch anzunehmen, dass bei der Oeffnung der Schleusen am obern Steg in Folge der Senkung oberhalb und Stauung unterhalb des Wasserwerkes der Mehrabfluss, auf die vorige Stauhöhe bezogen, um wenigstens 50 % reduzirt wird. Diesem Umstande ist es hauptsächlich zuzuschreiben, dass der Erfolg der Schleuseneinrichtung so weit hinter den Erwartungen zurückgeblieben ist.

Einfluss des Wasserstandes bei der Ziehung der Schleusen auf das Ansteigen des See's bei wachsendem Zufluss.

Das Ansteigen des See's erfolgt um so rascher und stärker, je mehr die zufliessende Wassermenge die gleichzeitig abfliessende überwiegt. Die Letztere ist unter übrigens gleichen Umständen um so grösser, je höher der Wasserstand steht. Ein anfänglich hoher Stand ermässigt deshalb das weitere Ansteigen. Denkt man sich zwei Fälle mit gleichem Zufluss und gleichen Schleusenöffnungen, aber mit anfänglich ungleich hohem Wasserstand, so wird bei dem tiefern Wasserstand der Abfluss kleiner und der Mehrzufluss grösser sein, als beim höhern Stand, der See also im erstern Falle rascher, d. h. in gleicher Zeit höher steigen als im zweiten. Bei längerer Dauer wird der Unterschied immer kleiner werden und endlich ganz verschwinden. Eine Rechnung wird das Verhältniss dieser Abnahme genauer nachweisen.



Es sei:

u der Unterschied der anfänglichen Wasserstände in Fuss;

u_1 der Unterschied der Wasserstände nach Verlauf von t Sec.;

h die Höhe, um welche der anfänglich tiefere Wasserspiegel in der Zeit t steigt;

h_1 die Höhe, um welche der anfänglich höhere Wasserstand in der Zeit t steigt;

q die abfliessende Wassermenge pro Sec. in Cubicfuss beim anfänglich tieferen Wasserstand;

q_1 die abfliessende Wassermenge pro Sec. beim anfänglich höhern Wasserstand;

q_2 die abfliessende Wassermenge pro Sec. nach Erhöhung des anfänglich tiefern Wasserstandes um h;

q_3 die abfliessende Wassermenge pro Sec. nach Erhöhung des anfänglich höhern Wasserstandes um h_1;

dz der unendlich kleine Zufluss in der unendlich kleinen Zeit dt nach der Zeit t;

a die Zunahme des Abflusses per Höheneinheit des Seepegels;

F Oberfläche des See's in Quadratfuss.

Der Werth a kann wenigstens innerhalb der fraglichen Grenzen als constant, d. h. die Zunahme des Abflusses in der Zeiteinheit der Höhenänderung proportional gesetzt werden.

Hierauf gestützt lässt sich die Zunahme des Zuflusses in der unendlich kleinen Zeit dt einerseits ausdrücken durch:

$$1)\quad dz = F.dh + q_2\, dt;$$ anderseits durch:

$$2)\quad dz = F.dh_1 + q_3\, dt.$$

Da der Zufluss dz in beiden Fällen gleich gross ist, so hat man:

$$F.dh + q_2\, dt = F.dh_1 + q_3\, dt$$ oder:

$$3)\quad F.d\,(h - h_1) = (q_3 - q_2)\, dt.$$

Es ist ferner:

$u_1 = u + h_1 - h$; also $h - h_1 = u - u_1$; und

$q_1 = q + \alpha u$; $q_2 = q + \alpha h$; $q_3 = q_1 + \alpha h_1$, also

$q_3 - q_2 = q_1 - q - \alpha (h - h_1) = \alpha u - \alpha (u - u_1) = \alpha u_1$

und gemäss (3)

$F\, d(u - u_1) = \alpha u_1\, dt$, oder da u constant

$- F\, du_1 = \alpha u_1\, dt$; woraus

$$4)\quad -\frac{F}{\alpha}\frac{du_1}{u_1} = dt \text{ und } -\frac{F}{\alpha}\int_u^{u_1}\frac{du_1}{u_1} = \int_o^t dt.$$

Durch Integration von u bis u_1 und o bis t ergibt sich die Beziehung

$$5)\quad \frac{F}{\alpha}\log.\frac{u}{u_1} = t.$$

Da für $u_1 = o$ der $\log. \frac{u}{o} = \infty$ ist, so lehrt nun allerdings diese Gleichung, dass der Unterschied u_1 der beiden Wasserspiegel erst nach unendlich langer Zeit vollständig verschwindet und ein anfänglich höherer Wasserstand einen Einfluss auf den künftigen Seestand auf unbestimmte Zeit ausübt.

Diese theoretische Folgerung wird jedoch practisch sehr beschränkt. Setzt man $u_1 = \frac{u}{n}$, wo n grösser als 1 und positiv sein soll, so wird aus der Gleichung 5):

$$6)\quad \frac{F}{\alpha}\log. n = t;\quad \text{oder: } n = e^{\frac{\alpha}{F}t}$$

Daraus folgt, dass mit dem Wachsen der Zeit die Zahl n viel stärker zunimmt, d. h. der Unterschied der Wasserspiegel umgekehrt schnell abnimmt.

Setzt man für F den bekannten Werth von 975,000,000 Quadratfuss und für α, die Zunahme der Abflussmenge bei einem Steigen des Wassers von 10 Zoll, 1900 Cubikfuss, so wird $\frac{F}{\alpha} = 514736$.

Setzt man ferner der Reihe nach für n die Werthe 2, 5, 10 und 20, also für u_1 die Bruchtheile $\frac{u}{2}$, $\frac{u}{5}$, $\frac{u}{10}$ und $\frac{u}{20}$, so erhält man, die Secunden in Tage umgesetzt, für t beziehungsweise 4,1, 9,5, 13,7 und 18 Tage.

Im Verlauf dieser Anzahl Tage reduzirt sich also der ursprüngliche Unterschied der Wasserspiegel auf $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{20}$. Bei einem anfänglichen Unterschied von 10 Zoll würde sich dieser nach 4,1 Tagen auf 5 Zoll, nach 9,5 Tagen auf 2 Zoll, nach 13,7 Tagen auf 1 Zoll und nach 18 Tagen auf 0,5 Zoll vermindern.

Könnte man also das Wetter oder den Zufluss und das Wachsen des See's auf 10 bis 14 Tage voraussehen, und würden zu Anfang dieser Zeit die Schleusen voll-

ständig geöffnet, so wäre es ziemlich gleichgültig, wenigstens von keiner praktischen Bedeutung, ob der Seespiegel zu jener Zeit etwas tiefer oder höher stände. Die Differenz würde sich ziemlich ausgleichen. Diese Vorausbestimmung ist nun allerdings streng genommen nicht möglich, aber die Erfahrung gibt doch gewisse Weisungen an die Hand, welche für die Handhabung der Schleusen sehr nützlich zu verwenden sind, wie gezeigt werden soll.

Methode der Schleusenziehung.

Gemäss § 4 des Grossrathsbeschlusses vom 5. Februar 1845 sind über alle einschlagenden Verhältnisse bezüglich Regulirung der Wasserstände des See's und der untern Limmat sorgfältige Beobachtungen anzustellen und begründet auf dieselben später ein Reglement zu erlassen.

Ein solches Reglement ist bis jetzt noch nicht definitiv erlassen worden. Der damalige Wasserbauinspector Oberst H. Pestalozzi nahm provisorisch folgendes Verfahren bei der Regulirung am obern Steg zur Grundlage:

Steigender Wasserstand.

Seestand, alter Pegel	Zu öffnende Schleusen						Geschlossene Oeffnungen					
Zoll												
23	$A^{1}/_{2}$	$B^{1}\ ^{1}/_{2}$	—	—	—	—	$A^{1}/_{2}$	$B^{1}\ ^{1}/_{2}$	B^{2}	C^{1-2}	D	M^{1-3}
25	$A^{1}/_{2}$	—	—	—	D	—	$A^{1}/_{2}$	B^{1}	B^{2}	C^{1-2}	—	M^{1-3}
27	$A^{1}/_{2}$	$B^{1}\ ^{1}/_{2}$	—	—	D	—	$A^{1}/_{2}$	$B^{1}\ ^{1}/_{2}$	B^{2}	C^{1-2}	—	M^{1-3}
30	A	B^{1}	—	—	D	—	—	—	B^{2}	C^{1-2}	—	M^{1-3}
35	A	B^{1}	—	$C^{1-2}\ ^{1}/_{2}$	D	—	—	—	B^{2}	$C^{1-2}\ ^{1}/_{2}$	—	M^{1-3}
40	A	B^{1}	$B^{2}\ ^{1}/_{2}$	$C^{1-2}\ ^{1}/_{2}$	D	—	—	—	$B^{2}\ ^{1}/_{2}$	$C^{1-2}\ ^{1}/_{2}$	—	M^{1-3}
45	A	B^{1}	—	C^{1-2}	D	—	—	—	B^{2}	—	—	M^{1-3}
50	A	B^{1}	B^{2}	C^{1-2}	D	M^{1}	—	—	—	—	—	M^{2-3}
55	A	B^{1}	B^{2}	C^{1-2}	D	M^{1-2}	—	—	—	—	—	M^{3}
60	A	B^{1}	B^{2}	C^{1-2}	D	M^{1-3}	—	—	—	—	—	—

Sinkender Wasserstand.

Seestand, alter Pegel	Geöffnete Schleusen						Zu schliessende Oeffnungen					
Zoll												
60	A	B^1	B^2	C^{1-2}	D	M^{1-3}	—	—	—	—	—	—
55	A	B^1	B^2	C^{1-2}	D	M^{1-2}	—	—	—	—	—	M^3
50	A	B^1	B^2	C^{1-2}	D	M^1	—	—	—	—	—	M^{2-3}
45	A	B^1	—	C^{1-2}	D	—	—	—	B^2	—	—	M^{1-3}
40	A	$B^1\,{}^1/_2$	—	C^{1-2}	D	—	—	$B^1\,{}^1/_2$	B^2	—	—	M^{1-3}
35	A	$B^1\,{}^1/_2$	—	$C^{1-2}\,{}^1/_2$	D	—	—	$B^1\,{}^1/_2$	B^2	$C^{1-2}\,{}^1/_2$	—	M^{1-3}
30	A	$B^1\,{}^1/_2$	—	—	D	—	—	$B^1\,{}^1/_2$	B^2	C^{1-2}	—	M^{1-3}
27	A	$B^1\,{}^1/_2$	—	—	—	—	—	$B^1\,{}^1/_2$	B^2	C^{1-2}	D	M^{1-3}
25	$A^1/_2$	$B^1\,{}^1/_2$	—	—	—	—	$A^1/_2$	$B^1\,{}^1/_2$	B^2	C^{1-2}	D	M^{1-3}
23	$A^1/_2$	—	—	—	—	—	$A^1/_2$	B^1	B^2	C^{1-2}	D	M^{1-3}

Es bezeichnen die obigen Buchstaben A, B^1, B^2, C^1, C^2 die fünf Freischleusen vom rechten Ufer aus gezählt, D die Sommerdurchfahrt und M^{1-3} die drei Schleusen im Schanzengraben, an deren Stelle seit 1862 nun fünf Schleusen vorhanden sind.

Es ist auffallend, dass erst bei 60 Zoll Seestand alle Schleusen gezogen wurden und zwar zuletzt die Schleusen am Schanzengraben, welche doch keine unmittelbare Gefällsänderung an den Mühlestegen bewirken und also ohne Benachtheiligung der Wasserwerksbesitzer früher hätten gezogen werden können. Es ist jedoch nicht ausser Acht zu lassen, dass die Schleusen beim Wasserthurm, bevor der Schanzengraben in die Sihl abgeleitet wurde, der freien Verfügung des Staates entzogen waren und das Oeffnen und Schliessen mit den Wasserrechtsbesitzern durch Vertrag geregelt werden musste. Aber auch die Schleusen am obern Mühlesteg wurden bei steigendem Wasserstand erst bei + 50 Zoll vollständig geöffnet und bei sinkendem Wasser schon bei 45 Zoll theilweise wieder geschlossen. Bei niederen Seeständen blieben dagegen eine bis zwei Schleusen halb geöffnet, was in dem Mehrbedarf an Wasser der Wasserwerke am untern Mühlesteg seinen Grund hatte.

Nach dem Schema wurde ferner die Sommerdurchfahrt bei 25 Zoll Seestand geöffnet und bei 27 Zoll geschlossen. In Wirklichkeit geschah ersteres im Durchschnitt bei 30 Zoll und letzteres erst bei einem Sinken auf 22,5 Zoll, wodurch auf den Wasservorrath für die Industrie während der ungefährlichen Winterszeit zu wenig Rücksicht genommen wurde.

Dieses Verfahren der Regulirung ohne Rücksicht auf die Jahreszeit konnte weder den öffentlichen Interessen, noch denjenigen der Wasserwerksbesitzer besonders dienlich sein. Es sagt übrigens Herr Oberst Pestalozzi in dem Bericht vom 3. October 1856 selbst:

»Mit dieser Darstellung der Verhältnisse beabsichtigt der Berichterstatter bloss über das bisher beobachtete Verfahren bei der Regulirung der Wasserstände des See's und der Limmat nähere Aufschlüsse zu ertheilen, um eine Wegleitung für die künftige Behand-

lung der Schleusen zu geben, denn es hält derselbe den Zeitpunkt noch nicht geeignet, auf Erlassung des in § 4 des Grossrathsbeschlusses bezeichneten Reglements anzutragen, sondern glaubt, dass hiefür noch längere Beobachtungen und Erfahrungen erforderlich seien und dass überhaupt ganz bestimmte Vorschriften niemals erlassen werden können, sondern oft unerwartet wechselnden Verhältnissen nothwendig Rechnung getragen werden müsse.«

Die erzielten Resultate während der ersten 10 Jahre des Bestandes der Freischleusen zeigen in der That keine grossen Erfolge hinsichtlich Verhinderung hoher Seestände. Von 1846 bis 1855 zeigte der Pegel bei 7 Jahren über 60 Zoll und darunter drei mal 70 Zoll und mehr.

Dass übrigens die hohen Seestände dieser Periode nicht allein und wahrscheinlich zum kleineren Theil der Methode der Schleusenregulirung zuzuschreiben sind, geht aus Folgendem hervor:

In der nächsten zwanzigjährigen Periode von 1856—1875 erreichte der Seestand nur 4 mal 60 Zoll, obschon im Allgemeinen nach obigem Schema regulirt wurde, etwa mit dem Unterschied, dass nach Ableitung des Schanzengrabens die dortigen Schleusen früher geöffnet wurden. Während mehreren Jahren wurden nie alle Schleusen geöffnet. Dagegen zeigte die Periode von 1876 bis 1881 bei 4 Jahren, 1876, 1877, 1878 und 1881 wieder Wasserstände über 60 Zoll und zwar 1876 bis 76,5 Zoll. Ueberdies 1879 59 Zoll, obschon die Ziehung der Schleusen nicht mehr nach obigem Schema, sondern bei tiefern Wasserständen erfolgte. So z. B. waren 1876 bei 44,5 Zoll und 1877 bei 43 Zoll alle Schleusen geöffnet und 1878 und 1879 bei 33½ Zoll nicht nur alle früheren Freischleusen, sondern auch die Schifffahrtsschleuse. Im Jahr 1881 waren bei 35 Zoll die alten Schleusen und bei 46 Zoll auch die Schifffahrtsschleusen geöffnet. Ungeachtet 1878 schon Ende April Alles offen war, stieg der See am 7. Juni auf + 68 Zoll.

Im Gegensatz zu der früher üblichen Regulirungsmethode schlug Herr Legler in der genannten Brochüre vor, schon Anfangs April sämmtliche Schleusen zu öffnen und so lange offen zu halten, bis der Seestand unter — 72 Zoll sinkt. Die rechnungsgemässe Anwendung dieses Verfahrens auf das Sommerhalbjahr 1867 ergibt bei einer Differenz des Seestandes von 4 Zoll am 15. Mai, von welcher Zeit an in beiden Fällen alle Freischleusen geöffnet waren, am 18. Juni mit höchstem Wasserstand noch einen Unterschied gegenüber dem wirklichen Seestand von 2,7 Zoll zu Gunsten der neuen Regulirung, welcher Unterschied bis zum 11. Juli bis auf 3,5 Zoll wächst. Es steht dies Ergebniss im Widerspruch mit der vorhin theorethisch abgeleiteten Formel, nach welcher der anfängliche Unterschied im Wasserstand bei gleicher Oeffnung nach etwa 14 Tagen nahezu verschwindet. Diese Anomalie rührt jedoch von dem Umstande her, dass Herr Legler zur neuen Regulirung auch den Leerlauf der Seidenspinnerei am obern Steg mitbenutzte und geöffnet annahm, während derselbe thatsächlich geschlossen blieb. Nach der Concession vom 15. Februar 1857 soll dieser Leerlauf nöthigen Falls bei theilweise oder ganz abgestellter Fabrik geöffnet werden. Die freie Verfügung darüber ist also nicht vorbehalten. Der von Herrn Legler in Aussicht gestellte Vortheil rührt also nicht vom früheren Ziehen der Schleusen her, sondern von der Herbeiziehung einer weiteren Schleuse.

Aus der vorgeschlagenen Regulirungsmethode ergibt ferner an dem Beispiel von 1867, dass gegenüber dem wirklichen Seestand schon Mitte April eine Senkung von 6 Zoll und gegen Ende August eine solche von 8 Zoll und damit eine für diese Zeit unnöthige Erniedrigung des Wasserstandes unter den mittleren Stand auf — 68 bis — 72 Zoll eingetreten wäre und das nutzbare Gefäll um circa 12 Zoll reduzirt hätte.

Es lag dem Vorschlag die Tendenz zu Grunde, den See für die Zeit voraussichtlicher Hochwasser möglichst tief zu halten, um Raum für die Ansammlung zu schaffen, also das Retentionsvermögen zu vermehren. Dagegen ist an und für sich Nichts einzuwenden; allein es ist zu prüfen, ob der Zweck der Vermeidung schädlicher Hochstände nicht ausreichend erreicht werden könne, ohne andere erhebliche Inconvenienzen hervorzurufen. Ausser den Wasserrechtsamen fällt namentlich auch der Umstand in's Gewicht, dass bei freiem Spiel des Abflusses während des Sommers der Seestand viel grössern Schwankungen ausgesetzt würde, als wenn der Abfluss bei mittleren Ständen und geringen Zuflüssen beschränkt wird. Der See kann selbst im Juni, auf welchen die meisten Hochwasser fallen, auf + 23 (— 72) Zoll bei vollständig geschlossenen Schleusen herabsinken, wie es im Jahr 1865 für längere Zeit geschehen ist, nachdem er Anfangs Mai auf + 44″ stand. Zu starke Schwankungen während der heissen Jahreszeit können ohne Zweifel von gesundheitschädlichen Folgen sein, indem die Trockenlegung des vorher unter Wasser gelegenen Strandes schlechte Ausdünstungen verursachen, was möglichst vermieden werden sollte.

Als Wegleitung für eine zweckmässige Handhabung der Schleusen, darf man hauptsächlich davon ausgehen, dass schädliche Hochwasser auf eine bestimmte Jahreszeit fallen, und dass die Höhe des Seestandes im Zeitpunkt der vollständigen Oeffnung der Schleusen nur auf eine beschränkte Dauer für den spätern Stand massgebend ist.

Früheren Darstellungen, namentlich der Tafel No. IX ist zu entnehmen, dass in der Zeit von Anfang October bis Ende April keine oder nur sehr selten schädliche Seestände vorkommen. In dieser Periode kann also, spezielle Anforderungen für die Vornahme von Bauten etc. vorbehalten, mit voller Berücksichtigung der Wasserwerke regulirt werden.

Anfangs Mai steht der See durchschnittlich auf + 34 Zoll und im Maximum auf 44 Zoll. Von dieser Zeit an können höhere Stände eintreten, sie übersteigen jedoch bis zum 10. Mai nicht + 55 Zoll und bis zum 15. nicht 60 Zoll. Angenommen, es stehe der See bei vollständiger Oeffnung der Schleusen zu Anfang des Monats auf + 44 Zoll anstatt auf dem gewöhnlichen Stand von + 34 Zoll, so betrüge die Differenz nach Verlauf von 5,5 Tagen nur $^1/_5$ oder 2 Zoll und nach 14 Tagen nur 1 Zoll. Es entsteht also im ungünstigsten Falle kein grosser Nachtheil aus dem höhern Stande Anfangs Mai, wenn zu dieser Zeit der Abfluss möglichst frei gemacht wird.

Da während der Sommermonate nicht nur ausserordentlich hohe Seestände eintreten können, sondern auch d u r c h s c h n i t t l i c h grössere Zuflüsse stattfinden, als in den übrigen Monaten, so wird es nicht viel nützen, die Schleusen mehr zu öffnen, als nothwendig ist, um den See auf der Höhe zu erhalten, die bei vollständiger Oeffnung zum Abfluss des mittleren Zuflusses erforderlich ist.

Nach dem Flussregime vor 1880 fanden folgende Beziehungen zwischen den mittleren Abflussmengen und entsprechenden Wasserständen statt und zwar mit Rücksicht darauf,

8

dass während der Nacht ein Theil der Werke abgestellt und die Schifffahrtsschleuse geschlossen war:

Seestand bei mittlerer Abflussmenge in den Sommermonaten.

Monat	Mai	Juni	Juli	August
Mittlere Abflussmenge . .	5050	5860	5130	4690
Mittlerer Seestand . . .	— 56,4	— 52,9	— 56,2	— 58,2
event. Stand bei ganz offenen Schleusen	— 60,5	— 55,5	— 60	— 62,3

Es fällt demnach durchschnittlich der Wasserstand in den Monaten Mai bis und mit August bei freiem Abfluss nicht unter — 62,3 (+ 32,7) und im Juni nicht unter — 55″,5 (+ 39,5) Zoll. Selbst bei continuirlich offener Schifffahrtsschleuse würde der See im Sommer durchschnittlich über den mittleren Jahresstand von + 30′ stehen. Es hat demnach wenig Werth, die Schleusen vom Frühjahr an auch dann vollständig offen zu halten, wenn der See ausnahmsweise unter den mittleren Jahresstand sinkt. Seit 1845 stieg der See nur einmal continuirlich um wesentlich mehr als 3′, nämlich vom 3.—15. Juni 1876 um 4′,05 in 12 Tagen, während welcher Zeit der anfängliche Unterschied auf circa 1/7 reduzirt würde. In den übrigen Fällen bei einem Anwachsen von 3 Fuss und weniger würde der höchste Stand nicht über 6′ zu stehen gekommen sein, wenn vorher der mittlere Seestand hätte inne gehalten werden können, während derselbe in Wirklichkeit nach Tabelle Seite 34 bis auf 7 Fuss und mehr anstieg. Da in der übrigen Jahreszeit der See selbst bei geschlossenen Schleusen grösstentheils unter den mittleren Stand fällt, und keine, oder nur äusserst selten hohe Wasserstände auftreten, so wird bei Regulirung der Abflussverhältnisse im allseitigen Interesse am besten folgende einfache Regel befolgt.

Die Schleusen können so lange und in dem Maasse geschlossen gehalten werden, als der See den mittleren Jahresstand nicht übersteigt, oder mit andern Worten, sie sind, wenigstens von Anfangs Mai bis Mitte September, in so weit zu öffnen, dass der See möglichst auf dem mittleren Stande bleibt.

Neueste Verbesserungen der Abflussverhältnisse des Zürichsee's.

1. Limmat.

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass nach bisherigem Regime der Limmat und des Schanzengrabens dem See selbst bei vollständig offenen Gerinnen zeitweise mehr als die doppelte Wassermenge zufliessen als gleichzeitig aus demselben abfliessen kann und dass der Seespiegel um so mehr steigen muss, je grösser dieser Ueberschuss ist und je länger er andauert. Das rasche Eintreten solcher Missverhältnisse und die Nothwendigkeit des Steigens, damit bei freier Oeffnung die Abflussmenge sich vermehren kann, setzt der Verhütung hoher Anschwellungen gewisse Grenzen. Von Mitte April bis Mitte Juni, also in 60 Tagen, steigt der See durchschnittlich um 16 Zoll oder $0{,}266$ Zoll per Tag. Da ein Mehr- oder Minderabfluss von 1130 Cubikfuss per Secunde den Seestand bei unverändertem Zufluss in 24 Stunden um 1 Zoll verändert, so würde ein Mehrabfluss von $1130 \times 0{,}266 = 300$ Cubikfuss per Secunde während der angegebenen Zeit genügen, um den mittleren Seestand von Mitte April auf gleicher Höhe zu erhalten. Ein solcher continuirlicher Mehrabfluss bei unveränderter Seehöhe ist aber nicht möglich, selbst wenn die Oeffnung am obern Steg hinreichend erweitert werden könnte, weil der vermehrte Zufluss vom See zum obern Steg eine entsprechend grössere Druckhöhe nothwendig macht.

Diese Druckhöhe, d. h. das Gefälle des Wasserspiegels, welches vor 1880 je nach der abfliessenden Wassermenge von 0—18 Zoll variirte, hängt von der Beschaffenheit des Limmatbettes ab und kann durch geeignete Modifikation des Querschnitts reduzirt werden. Hierauf beruhen die zunächst angebahnten und zum Theil in neuester Zeit ausgeführten Verbesserungen der Abflussverhältnisse.

Bei Genehmigung des Umbaues der Rathhausbrücke und der Quaianlage mit Brücke wurde seitens des Staates vorgeschrieben, dass die Sohle der Limmat von der Bauschanze bis Obersteg auf die Tiefe von 5 m unter dem Nullpunkt des neuen Pegels ausgegraben werden müsse, wodurch gegenüber dem frühern Bestand das Bett um durchschnittlich 1 m vertieft würde.

Bei gleicher Abflussmenge in der Zeiteinheit ist das erforderliche Gefäll annähernd umgekehrt proportional der dritten Potenz des Querschnitts des Wasserstromes.

Dem grössten Hochwasser von 1876 mit der Höhendifferenz zwischen See und Obersteg von $17{,}5$ Zoll $= 0{,}525$ m entsprach ein mittlerer Querschnitt von 210 m². Nach der Vertiefung würde derselbe 280 m² betragen. Wenn nun x das Gefälle für das letztere Verhältniss bezeichnet, so kann man setzen:

$$\frac{x}{0{,}525} = \left(\frac{210}{280}\right)^3$$

$$x = 0{,}422 \times 0{,}525 = 0{,}222 \text{ m.}$$

Die Reduction des Gefälls beträgt demnach:

$$0{,}525 - 0{,}222 = 0{,}303 \text{ oder rund } 0{,}3 \text{ m} = 10 \text{ Zoll.}$$

Nach der Vertiefung könnte also bei einem um 10 Zoll tiefern Seestand als 1876 die gleiche Wassermenge durch die Limmat abfliessen wie vormals beim höhern Stand.

Mit dem Sinken des Seestandes nimmt die Reduction des Gefälls durch die Vertiefung verhältnissmässig noch zu. Bei 1 m tieferem Stand als beim Hochwasser 1876 verhalten sich die Querschnitte wie 140 : 210, und das bezügliche Gefäll von 0,3 m. reduzirt sich auf:

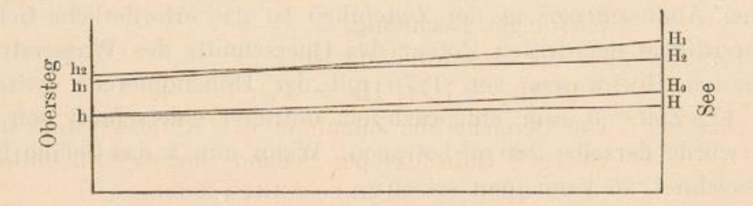
$$x = \left(\frac{140}{210}\right)^3 0{,}3 = 0{,}296 \times 0{,}3 \text{ m} = 0{,}0888 \text{ m} = 2{,}96 \text{ Zoll.}$$

Man kann also annehmen, der künftige Höhenunterschied der Wasserspiegel am See und am obern Steg vermindere sich mit der Austiefung des Flussbettes auf annähernd 0,4 der frühern Differenz, und in demselben Verhältniss wird sich ein andauernder Seestand künftig tiefer stellen.

Dieser Effekt stützt sich darauf, dass der Wasserstand und die Abflussmenge am obern Steg nach der projectirten Vertiefung des Limmatbettes nie grösser werden als vorher. Da jedoch die Schwankung des See's kleiner werden soll, so wird auch das Retentionsvermögen kleiner. Dieser Umstand bedingt wenigstens zeitweise einen grössern Abfluss als bisher, und zwar in dem Maasse, als es die Compensation der geringern Ansammlung im See erfordert. Dies ist nur möglich, wenn der Wasserspiegel am obern Steg beim Steigen des See's sich höher stellt, als vor der Aenderung des Flussbetts. Obschon also das reducirte Gefäll des Wasserspiegels der Flussstrecke sich in allen Fällen vollständig einstellen wird, so steigt der See doch höher als es gemäss der Gefällsreduction geschehen sollte, und zwar in dem Verhältniss, als am obern Steg der Wasserstand für den erforderlichen Mehrabfluss sich höher stellen muss. Dieser Unterschied wird für ein gewisses Ansteigen des See's um so weniger betragen, auf je mehr Zeit sich das Wachsen des Seestandes vertheilt.

Die genaueren Beziehungen ergeben sich aus folgender Rechnung:

Bei dem Hochwasser im Juni 1876 von + 76,5 Zoll betrug das Gefäll bis Obersteg 17,5 Zoll und der Wasserstand daselbst + 59 Zoll. Nach der Austiefung der Limmat würde bei demselben Seestand das Gefäll auf 7 Zoll reduzirt und der Wasserspiegel am obern Steg auf + 69,5 Zoll gehoben. Im erstern Falle ergeben sich auf einen Zoll Seestand 0,77, im zweiten Falle 0,91 Zoll am obern Steg.



Es bezeichne nun H_0 einen anfänglichen Seestand bei frühern Zuständen der Limmat und H den entsprechenden Stand nach der Correction bei der Höhe h am obern Steg in beiden Fällen. Nach einem Anwachsen des See's während t Tagen erreiche derselbe im erstern Falle H_1 und im zweiten H_2 und das Wasser steige am obern Steg auf h_1, beziehungsweise h^2; alles in Fussen ausgedrückt. Es nehme ferner der Abfluss bei einem Wachsen am obern Steg um 1 Fuss per Tag um a Cubicfuss per Secunde zu und die Flächenausdehnung des See's sei F, so muss folgende Beziehung stattfinden:

$$\frac{(h_2 - h)}{2} a t + (H_2 - H) F = \frac{(h_1 - h)}{2} a t + (H_1 - H_0) F$$

Es ist aber:

$$h_2 = 0{,}91\, H_2;\ h_1 = 0{,}77\, H_1 \text{ und } h = 0{,}77\, H_0 = 0{,}91\, H.$$

Durch Elimination der Wasserstände am obern Steg erhält man:

$$\frac{(0{,}91\, H_2 - 0{,}77\, H_0)}{2} a t + (H_2 - H) F = \frac{(0{,}77\, H_1 - 0{,}77\, H_0)}{2} a t + (H_1 - H_0) F$$

und hieraus:

$$H_2 \{0{,}455\, a t + F\} = H_1 (0{,}385\, a t + F) - (H_0 - H) F$$

und da $H_0 - H = H_0 - \frac{0{,}77}{0{,}91} H_0 = \frac{0{,}14}{0{,}91} H_0$, so folgt:

$$H_2 = \frac{0{,}385\, a t\, H_1 + (H_1 - 0{,}154\, H_0) F}{0{,}455\, a t + F}$$

Nach dieser Formel berechnet sich also aus zwei in einer Anzahl Tagen auf einanderfolgenden bisherigen Wasserständen der Wasserstand, welcher in Folge der Correction eintreten würde.

Bei dem Hochwasser von 1876 stieg der See in 12 aufeinander folgenden Tagen von 36 auf 76,5 Zoll, also um 40,5 Zoll, und zwar in den ersten 8 Tagen von 36 auf 47 und in den 4 folgenden von 47 auf 76,5 Zoll. Wird die Formel in zwei entsprechenden Theilen auf diesen Fall angewendet, so ist zu setzen:

$$1)\ H_1 = 4{,}7 \text{ und } H_0 = 3'{,}6.$$

Im Weitern ergibt sich in diesem Bereiche für ein Steigen am obern Steg um 1 Fuss nach der Wassermengencurve ein Mehrabfluss von 1450 Cubicfuss per Secunde und per Tag $86400 \times 1450 = 125\,280\,000$ Cubicfuss $= a$; da ferner $F = 975\,000\,000$ Quadratfuss und $t = 8$, so folgt nach Einsetzung dieser Werthe: $H_2 = 4'{,}1$.

Die Senkung beträgt demnach:

$$4'{,}7 - 4'{,}1 = 0'{,}6.$$

Nach der angenommenen Gefällsreduktion sollte dieselbe aber betragen:

$$4'{,}7 - 4'{,}7 \frac{0{,}77}{0{,}91} = 4'{,}7 - 4'{,}0 = 0'{,}7,$$

d. h. um $0'{,}1$ mehr als nach obiger Rechnung.

Für den zweiten Theil der Anschwellung ist:

$$2)\ H_1 = 7'{,}65;\ H_0 = 4'{,}7;\ t = 4.$$

Es ist ferner in diesem Bereiche die Zunahme des Abflusses für ein Steigen von 1 Fuss am Obersteg gleich 1900 Cubicfuss per Secunde anzusetzen, mithin

$$a = 1900 \times 86{,}400 = 164\,160\,000.$$

Aus diesen Werthen ergibt sich aus der obigen Formel:

$$H_2 = 6',_{85}.$$

Daraus folgt die Senkung des Wasserspiegel um

$$7',_{65} — 6',_{85} = 0',_8.$$

Da jedoch bei der ersten Anschwellung der Wasserstand um $0',_1$ höher stieg als nach dem Ergebniss der Gefällsreduction, so folgt daraus nach der zweiten Anschwellung ein Wasserstand von $6,_{85} + 0,_1 = 6',_{95}$ und gegenüber der wirklich erreichten Höhe eine Senkung von

$$7',_{65} — 6',_{95} = 0',_7.$$

Der Gewinn von 10 Zoll für einen andauernden höchsten Stand in Folge der Gefällsreduction vermindert sich also für ein so schnell ansteigendes Hochwasser wie 1876 auf 7 Zoll. Unter gleichen Umständen würde der See $69,_5$ anstatt $76,_5$ Zoll erreichen, dagegen der Wasserstand am obern Steg um circa 4 Zoll höher steigen.

Zur Würdigung eines solchen Resultates ist zu bedenken, dass die grossen Veränderungen und Verbesserungen am Limmatbett mit und nach der Erstellung von Schleusen bis 1880 die höchsten Jahresstände gegenüber der frühern Periode durchschnittlich um kaum 3 Zoll abgeschwächt haben.

Die Schwierigkeit eines grössern Erfolges besteht hauptsächlich in der raschen Steigerung der Zuflüsse, welche bis auf 14,000 Cubicfuss per Secunde den gleichzeitigen Abfluss übertreffen können. Verbesserungen, die nur einige hundert Cubicfuss per Secunde beschlagen, können deshalb in ausserordentlichen Fällen keine grossen Erfolge haben, obschon sie auf längere Dauer von erheblicher Wirkung sind und namentlich dazu beitragen, die Dauer des Hochwasserstandes abzukürzen.

Für die künftigen Verbesserungen wurde in den vorstehenden Berechnungen die Oeffnung der Kammer- oder Schifffahrtsschleuse nicht in Anschlag gebracht. Bei höhern Wasserständen wird dieselbe mit Rücksicht auf die künftige reduzirte Senkung und Stauung am obern Steg den Abfluss um circa 400 Cubicfuss zu vermehren im Stande sein und bei mehrere Tage andauernder Wirkung dieselben um circa 2 Zoll weiter erniedrigen. Auf kurze Dauer z. B. für ein Ansteigen um circa 30 Zoll in drei Tagen wie 1876, würde der günstige Einfluss auf etwa 1 Zoll herabsinken.

Mit Hülfe der Kammerschleuse können also Hochwasser je nach ihrem raschen oder langsamen Eintreten nach der Limmataustiefung um rund 8—9 Zoll ermässigt werden.

Um eine grössere Senkung zu erzielen, müssten am obern Steg mehr Oeffnungen geschaffen oder die Grundschwellen der vorhandenen, namentlich der Sommerdurchfahrt, tiefer gesetzt und zugleich eine Senkung des Wasserspiegels vom untern Mühlesteg abwärts durch Austiefung oder Erweiterung des Limmatbettes bewerkstelligt werden.

Vermittelst des Ankaufs einer Mühle könnte Raum für fünf neue Freischleusen geschaffen werden. Mit Abrechnung des Antheils der Wasserräder würde sich der Abfluss um wenigstens den Betrag von vier Schleusen von der Dimension der bestehenden vermehren. Mit Rücksicht auf eine entsprechende Senkung des Unterwassers wären für denselben etwa $400 \times 4 = 1600$ Cubicfuss per Secunde zu rechnen und der wachsende hohe See würde um $1,_4$ Zoll per Tag weniger ansteigen. Für die mittlere Dauer ausserordentlicher

Zuflüsse von 7 Tagen, würden demnach weitere 10 Zoll zu gewinnen sein, welcher Gewinn je nach der Verbesserung der Limmat unterhalb dem untern Mühlesteg allenfalls noch gesteigert werden könnte.

Anstatt neuer Freischleusen könnte die Erstellung eines freien Ueberfalls ebenso gute Dienste leisten. Wenn dabei die Einrichtung so getroffen würde, dass bei Niederwasser den Wasserwerken am obern Steg nicht mehr Wasser entzogen und der Oberwasserspiegel nicht mehr gesenkt würde als bisher, so würde die Senkung des Unterwassers nicht nur für das Hochwasser von günstigem Erfolg sein, sondern auch sämmtlichen Gewerbsbesitzern zu gut kommen.

2. Schanzengraben.

Die angeführten Erfolge der Limmatcorrection können nur unter der Voraussetzung vollständig eintreten, dass der Abfluss durch den Schanzengraben nicht vermindert werde. Damit dies nicht stattfindet, muss die Einbusse von circa 300 Cubicfuss per Secunde in Folge des tiefern Wasserstandes auf andere Weise compensirt werden. Für den Theil des Schanzengrabens oberhalb der Schleuse genügt zu diesem Zwecke eine Gefällsvermehrung von wenigen Centimetern, und diese wird erfolgen, sowie der Wasserspiegel im Canal unterhalb der Schleuse entsprechend gesenkt wird, was durch Vertiefung der Sohle und Beseitigung des Rückstaues der Sihl geschehen kann. Wie schon früher angegeben wurde, hat die Sohle des Schanzengrabens von der Grundschwelle der Schleuse bis zur Sihl kein Gefäll. Diese letztere fällt dagegen mit 3 ‰ bis zur Bahnbrücke auf circa 250 m Länge. Der Rost unter dem ältern Theil dieser Brücke liegt 0,9 m unter der Oberfläche der Grundschwelle der Schleuse. Der Abstand dieser beiden Punkte beträgt 810 m und jenes Gefäll reicht also hin, dem Schanzengraben ein Gefäll von mindestens 1 ‰ zu geben, wenn man denselben unabhängig von der Sihl bis zur Bahnbrücke fortführt. Dies entspricht ungefähr dem Gefäll des bisherigen Wasserspiegels mit dem Unterschied, dass die Sohle durchschnittlich 0,5 m und der Wasserspiegel nahe ebensoviel tiefer zu liegen kommt, was jedenfalls ausreicht, auch bei künftigem Seestand die frühere Wassermenge abzuführen.

Die Trennung des Schanzengrabens bis zur Eisenbahnbrücke ist um so leichter zu bewerkstelligen, als die Sihl hier eine zu grosse Breite hat und der für den neuen Canal erforderliche Raum fast durchwegs ohne Nachtheil abgetrennt werden kann. Es wird im Gegentheil dadurch das Sihlbett verbessert werden. Anstatt einer normalen Sohlenbreite von 40 bis 45 m beträgt dieselbe von der Ausmündung des Schanzengrabens bis zur Brücke zunehmend 52 bis 66 m. Beim Bau der Bahnbrücke ersetzte man den Mangel an Höhe der freien Oeffnung durch eine grosse Weite, um so den für das Hochwasser erforderlichen Querschnitt zu erhalten, und um die wenig tiefe Fundation des Pfeilers sicher zu stellen, fixirte man die Sohle durch einen Schwellrost. Die grosse, auf diese Weise künstlich hergestellte Flussbreite hatte aber zur Folge, dass sich die Sohle durch Geschiebsablagerung erhöhte und dadurch eine zu geringe Durchflussöffnung entstand. Es wird daher eine Theilung des Sihlbettes für einen gesonderten Abfluss der beiden Gewässer bis unterhalb der Brücke auch für den Zustand der Sihl von günstiger

Wirkung sein. Unzweifelhaft wird eine Austiefung erfolgen, wenigstens so weit als es der zur Zeit zugedeckte Schwellrost gestattet. Noch rationeller wäre die gänzliche Beseitigung dieser Versicherung, was wohl auch ohne Gefahr für die Brücke stattfinden könnte, weil die später verlängerten Pfeiler bei Verbreiterung der Brücke für mehr Geleise tiefer fundirt wurden. Im Jahr 1874 füllte das Hochwasser die ganze Oeffnung bis an die Rohrleitung dicht unterhalb der Unterkante der Brückenträger aus. Bei einem Zusammentreffen eines solchen Wasserstandes, welcher denjenigen von 1846 noch nicht erreichte, mit dem Eisgang könnte durch Verstopfung der Oeffnung namenloser Schaden entstehen. Die Begünstigung einer Bettvertiefung liegt deshalb im grössten Interesse der Umgegend, namentlich der Bahnhofanlagen.

Um diesen Zweck der Vertiefung zu erreichen, ist es nicht nothwendig, die Trennung von Sihl- und Schanzencanal bis auf die grösste Hochwasserhöhe zu bewerkstelligen und ebensowenig ist dies für die Verbesserung des Abflusses aus dem See nothwendig. Wird die Scheidewand bis zur Höhe der mittleren Hochwasser, d. h. circa 1,5 m über der Sohle erstellt, so bietet die Häufigkeit der Wasserstände unter dieser Grenze Gewähr genug, dass das Sihlbett von übermässigen Geschieben befreit und der Parallelcanal nicht versandet wird. Der Uebertritt des höchsten Wassers der Sihl über die Scheidewand wird kaum von Nachtheil sein, weil solche Hochwasser nur eine kurze Dauer haben und das in den Canal strömende trübe Wasser mit Hülfe des reinen Seewassers zu bleibenden Ablagerungen kaum Veranlassung geben wird. Bei hoher Sihl und tiefem See sind die Schleusen, wie auch schon bisher, zu schliessen. Im umgekehrten Falle bei hohem See und niederer Sihl kann der Ueberlauf vom Schanzencanal in die Sihl nur von vortheilhafter Wirkung sein, indem das Gefäll dadurch verstärkt wird.

Schlussbemerkung.

Mit dem Umbau der Rathhausbrücke im Jahr 1881 hat die Vertiefung des Limmatbettes unter derselben und in der nächsten Umgebung bereits stattgefunden und wurde dadurch die frühere starke locale Stauung um 2—3 Zoll reduzirt, was auch auf den seitherigen Seestand günstig eingewirkt hat. Die Ausgrabung der übrigen Flussstrecke wird demnächst erfolgen. Bei der zur Zeit in Ausführung begriffenen städtischen Wasserleitung durch die Sihl und den Schanzengraben, welche die defecte Leitung in der Limmat ersetzen wird, ist auf die spätere Vertiefung der letztern Rücksicht genommen worden.

Die Zusammenstellung und Vergleichung der Resultate der bisherigen Abflussverhältnisse wurde mit Rücksicht auf die spätern Veränderungen nur bis 1880 fortgesetzt. Nach vollständiger Durchführung der besprochenen weitern Verbesserungen werden diese auf Grund längerer Beobachtungen Veranlassung zu neuen Vergleichungen geben.

Obschon von den zunächst vorgesehenen Arbeiten eine merkliche Verbesserung der Uebelstände zu erwarten ist, so sollte Weiteres, namentlich die Errichtung neuer Freischleusen mit der Vervollkommnung des Flussbettes vom untern Mühlesteg abwärts, nicht aus den Augen gelassen und dafür günstige Gelegenheiten benutzt werden. Die Wasserwerksbesitzer selbst müssen ein Interesse daran finden, indem der Gefällszuwachs durch Senkung des Unterwassers und das Eingehen eines der noch bestehenden Werke am obern Mühlesteg den Uebrigen durch Concentrirung der Kraft bei Wassermangel zu gut kommen müsste.

Bei allen noch in Aussicht stehenden Mitteln zur Verhütung ausserordentlich hoher Seestände ist nicht zu vergessen, dass einerseits die Schwankungen zwischen Nieder- und Hochwasser auch bei einem freien Abfluss nicht beliebig beschränkt werden und gegenüber Verbesserungen des dermaligen Zustandes anderseits die Zuflussverhältnisse zum See sich ungünstiger gestalten können. Es wäre desshalb unrichtig, mit Rücksicht auf eine in Aussicht stehende Reduction hoher Wasserstände, künftige Landanlagen und irgend welche Bauten am Seeufer niedriger zu halten, als nach bisherigen Erfahrungen zweckmässig erschien. Ein solches Verfahren müsste jede Verbesserung illusorisch machen, und mit den Klagen über schlechte Abflussverhältnisse würde es kein Ende nehmen.

Zürich, Juni 1885.

K. Wetli.

Beilagen.

Tab. Ia.

Extreme und mittlere Wasserstände des Zürichsee's der Jahre 1811—1845.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Höchste Wasserstände			Niedrigste Wasserstände			Jahresmittel
	Monat	Tag	Stand	Monat	Tag	Stand	
1811	Juli	10.	53,0	October November	24.—31. 1.—7.	14,0	27,38
12	Juli	7.	59,0	Februar	4.	10,0	32,55
13	Juli	25.	72,0	Februar	9.	4,0	31,52
14	Juni	28.	59,0	März	20.	3,0	25,60
15	Juni	28.	67,5	Februar	5.	13,0	32,90
16	Juli	18.	64,5	Februar	23.	16,0	35,72
17	Juli	8.	86,0	December	31.	16,0	36,71
18	Mai	16.	51,5	December	31.	11,5	27,96
19	Dezember	26.	60,0	Januar	14.	9,0	25,80
1820	Juli	30.	54,5	März	28.	11,5	28,81
21	August	18.	76,7	Februar	27.	11,5	34,12
22	September	3.	49,0	December	31.	7,0	27,82
23	Juli	23.	68 5	Januar	25.	3,7	32,38
24	November	6.	77,5	Februar	14.	15,5	38,46
25	Juli	12.	55,5	Februar	24.	14,0	32,47
26	Juli	27.	53,5	Februar	16.	5,5	26,31
27	Juni	11.	57,5	Februar	16.	13,0	34,45
28	Juli	15.	57,5	November	24.	15,5	32,99
29	September	27.	53,0	Februar	25.	10,0	31,46
1830	Juli	21.	61,5	Februar	8.	*2,0*	30,05
31	Juni	19.	70,0	Februar	4.	10,0	36,99
32	Juni	28.	53,5	März	6.	8,0	*23,61*
33	Mai	27.	55,0	Januar	30.	9,0	31,90
34	Januar	5.	50,0	December	31.	11,0	27,89
35	Mai	24.	57,5	December	31.	9,5	28,87
36	Dezember	14.	53,5	Februar	27.	5,5	29,55
37	Juni	22.	73,0	März	15.	11,0	30,87
38	Juni	8.	65,5	Februar	15.	10,0	31,95
39	Juni	19.	62,0	December	12.	14,0	31,46
1840	November	5.	56,0	April	2.	11,0	32,91
41	Juli	13.	63,5	Februar	17.	11,0	30,72
42	August	2.	*44,5*	Februar	23.	4,5	26,61
43	Juli	21.	61,0	December	31.	18,0	34,24
44	August	19.	66,0	December	31.	15,0	34,59
45	Juni	23.	60,0	Februar	21.	6,0	30,27
Maximum			86,00			18,00	38,46
Minimum			44,50			2,00	23,61
Mittel .			60,80			10,26	31,08

Tab. Ib.

Extreme und mittlere Wasserstände des Zürichsee's der Jahre 1846–1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Höchste Wasserstände			Niedrigste Wasserstände			Jahresmittel
	Monat	Tag	Stand	Monat	Tag	Stand	
1846	September	2.	71,0	November	23.	21,0	36,16
47	Mai	27.	63,7	December	31.	16,1	32,86
48	Juli	16.	57,2	Februar	5.	7,0	28,14
49	Juni	18.	64,5	Januar	5.	19,5	31,91
1850	Juni	19.	67,0	April	1.	18,7	34,59
51	August	5.	71,7	März	14.	10,0	31,56
52	August	15.	56,5	Januar	14.	14,2	30,44
53	Juli	4.	60,6	December	31.	5,8	29,14
54	Juli	14.	57,0	Januar	29.	*2,0*	26,49
55	Juni	19. 20.	70,0	December	25.–31.	13,0	33,58
56	Juli	27.	51,0	Januar	1.–10.	13,0	28,28
57	Juni	14.	50,0	Februar December	20. 30	11,5	*25,65*
58	August	2.	49,5	Februar	19.–22	3,5	27,53
59	Juni	23.–25.	48,5	Januar	28.	15,5	31,09
1860	Juni	5.	60,0	Februar	20.–26.	19,0	35,92
61	Juli	11.	53,0	Februar	23.	17,0	30,96
62	Juni	26.	53,0	März	11.–14.	13,0	29,68
63	Juni	22.	54,0	März	6.	21,5	31,76
64	Juli	5.	60,0	Februar	14.	12,8	28,81
65	August	23.	*45,0*	Januar	14.	10,5	26,34
66	August	16.	57,0	Januar	7.	13,0	30,13
67	Juni	18.	61,5	December	12.	17,5	35,17
68	Mai	17.	60,5	Februar	26.–29.	18,0	32,02
69	August	18.	50,5	März	1.	13,0	29,42
1870	November	3.	55,0	Februar	27.	11,0	27,50
71	Juni	30.	52,5	December	30.	9,5	28,37
72	Mai	27.	58,0	Januar	5.	9,0	29,00
73	Juli	20.	45,5	Februar	25.	9,0	28,93
74	August	6.	55,5	März	16.	10,5	26,08
75	Mai	25.	49,5	März	6.	15,0	31,08
76	Juni	15.	76,5	Februar	14.	11,5	31,43
77	Juni	25.	63,0	Januar	28.	16,0	32,14
78	Juni	7.	68,0	Februar	15.	19,7	33,10
79	Juli	8.	59,0	December	29.	17,0	30,99
1880	October	30.	50,3	Februar	9.	11,7	29,13
Maximum			76,50			21,50	36,16
Minimum			45,00			2,00	25,65
Mittel .			57,87			13,31	30,43

Tab. II a.

Dauer der verschiedenen Wasserstände des Zürichsee's in den Jahren 1811—1845.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	0-10 Zoll Tage	10-20 Zoll Tage	20-30 Zoll Tage	30-40 Zoll Tage	40-50 Zoll Tage	50-60 Zoll Tage	60-70 Zoll Tage	über 70 Zoll Tage	Summe der Tage
1811	—	130	122	45	63	5	—	—	365
12	3	77	98	69	69	50	—	—	366
13	30	83	69	59	76	33	12	3	365
14	35	108	99	69	40	14	—	—	365
15	—	71	123	70	39	42	20	—	365
16	—	66	108	38	76	53	25	—	366
17	—	38	153	58	21	48	14	33	365
18	—	131	43	151	37	3	—	—	365
19	41	62	132	90	30	10	—	—	365
1820	—	102	113	51	93	7	—	—	366
21	—	71	112	57	66	46	7	6	365
22	7	112	85	104	57	—	—	—	365
23	29	27	129	64	66	39	11	—	365
24	—	47	91	60	69	69	23	7	366
25	—	66	75	124	90	10	—	—	365
26	30	93	135	51	40	16	—	—	365
27	—	41	112	120	40	52	—	—	365
28	—	94	93	45	80	54	—	—	366
29	3	94	72	89	95	12	—	—	365
1830	43	67	70	63	89	31	2	—	365
31	3	54	64	106	56	54	28	—	365
32	33	119	141	48	18	7	—	—	366
33	10	38	138	61	100	18	—	—	365
34	—	125	78	130	32	—	—	—	365
35	2	93	100	113	41	16	—	—	365
36	65	7	92	133	64	5	—	—	366
37	—	99	115	53	54	28	10	6	365
38	—	70	133	72	49	30	11	—	365
39	—	90	111	55	80	16	13	—	365
1840	—	73	85	67	121	20	—	—	366
41	—	68	132	88	51	18	8	—	365
42	34	71	114	104	42	—	—	—	365
43	—	31	138	73	80	39	4	—	365
44	—	81	77	75	73	45	15	—	366
45	55	40	64	117	62	27	—	—	365
Mittel per Jahr .	12,09	75,40	103,31	79,20	61,69	26,20	5,80	1,57	

Tab. II b

Dauer der verschiedenen Wasserstände des Zürichsee's in den Jahren 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	0-10 Zoll Tage	10-20 Zoll Tage	20-30 Zoll Tage	30-40 Zoll Tage	40-50 Zoll Tage	50-60 Zoll Tage	60-70 Zoll Tage	über 70 Zoll Tage	Summe der Tage
1846	—	—	123	131	78	22	10	1	365
47	—	62	126	62	68	37	10	—	365
48	15	55	146	105	36	9	—	—	366
49	—	6	220	76	20	32	11	—	365
1850	—	8	143	124	49	20	21	—	365
51	2	106	67	90	54	26	17	3	365
52	—	47	161	70	64	24	—	—	366
53	19	117	68	79	42	38	2	—	365
54	40	38	158	89	27	13	—	—	365
55	—	63	133	78	16	59	16	—	365
56	—	95	104	119	44	4	—	—	366
57	—	104	151	74	36	—	—	—	365
58	72	26	77	120	70	—	—	—	365
59	—	46	132	134	53	—	—	—	365
1860	—	12	151	49	96	58	—	—	366
61	—	57	164	60	65	19	—	—	365
62	—	48	125	166	20	6	—	—	365
63	—	—	182	147	29	7	—	—	365
64	—	113	110	45	69	29	—	—	366
65	—	96	150	77	42	—	—	—	365
66	—	67	116	143	29	10	—	—	365
67	—	17	107	151	46	41	3	—	365
68	—	35	162	101	30	37	1	—	366
69	—	74	111	158	20	2	—	—	365
1870	—	54	200	84	21	6	—	—	365
71	7	67	140	92	50	9	—	—	365
72	19	71	104	118	44	10	—	—	366
73	13	65	112	121	54	—	—	—	365
74	—	136	110	70	29	20	—	—	365
75	—	24	165	107	69	—	—	—	365
76	—	55	124	127	27	15	12	6	366
77	—	59	132	87	39	34	14	—	365
78	—	6	198	75	50	27	9	—	365
79	—	10	212	78	49	16	—	—	365
1880	—	51	158	135	21	1	—	—	366
Mittel per Jahr .	5,34	54,00	138,34	101,20	44,46	18,03	3,60	0,29	

Tab. IIIa.

Mittlere Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1811—1845.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1811	22,1	23,3	28,2	28,7	42,5	40,9	43,2	*28,1*	*21,9*	*16,1*	17,0	16,1	27,38	43,2	16,1
12	13,6	19,2	21,0	30,6	36,4	49,0	53,2	51,0	37,3	27,6	34,2	17,2	32 55	53,2	13,6
13	10,6	8,2	17,2	21,7	37,1	53,6	56,8	46,0	40,6	36,1	30,1	18,4	31,52	56,8	8,2
14	12,6	11,1	*5,5*	23,4	26,6	43,9	47,3	33,2	35,1	19,1	19,1	29,3	25,60	47,3	5,5
15	19,5	15,3	29,5	**37,5**	33,9	46,7	58,5	53,0	33,0	23,9	24,2	19,0	32,90	58,5	15,3
16	19,4	18,0	21,3	25,6	42,5	49,1	60,7	56,6	48,6	32,4	27,9	25,3	35,72	60,7	18,0
17	21,9	22,4	29,8	24,7	40,1	**65,7**	**71,1**	52,7	40,7	30,0	21,9	17,3	36,71	**71,1**	17,3
18	14,6	17,3	21,9	29,0	45,3	36,9	*35,3*	34,4	36,7	32,8	17,4	14,1	27,96	45,3	14,1
19	9,7	12,6	17,8	26,7	26,7	37,4	42,1	34,8	29,6	24,3	28,6	31,4	25,80	42,1	9,7
1820	29,3	20,3	14,1	22,3	32,1	44,1	45,7	44,8	33,4	27,8	19,6	14,4	28,81	45,7	14,1
21	17,4	14,8	23,9	27,4	40,9	45,4	43,4	**61,3**	**49,9**	39,2	20,7	23,4	34,12	61,3	14,8
22	19,7	15,6	18,3	27,2	36,3	*33,8*	39,8	41,1	42,2	28,2	19,1	*12,3*	27,82	42,2	12,3
23	*5,9*	24,0	22,3	27,0	41,5	48,6	56,8	50,0	34,8	33,1	23,6	26,4	32,38	56,8	5,9
24	23,3	17,6	23,1	22,4	**48,6**	53,5	57,8	49,0	39,2	36,8	**58,2**	30,8	**38,46**	58,2	17,6
25	23,4	15,5	18,0	28,4	37,4	41,8	46,1	43,6	39,3	32,4	36,8	25,6	32,47	46,1	15,5
26	14,8	7,2	15,9	21,2	32,4	46,6	42,9	37,6	25,9	25,6	22,6	21,2	26,31	46,6	7,2
27	22,1	16,0	30,8	34,4	45,4	55,4	43,6	42,7	37,0	24,3	30,9	29,5	34,45	55,4	16,0
28	25,7	19,7	23,0	30,7	42,7	47,1	53,3	52,6	41,3	23,9	*16,2*	18,0	32,99	53,3	16,2
29	15,3	12,5	19,8	28,6	36,8	45,9	45,1	40,4	44,4	**41,1**	28,8	18,2	31,46	45,9	12,5
1830	9,6	*4,3*	14,6	32,7	41,3	44,1	55,2	39,9	41,5	32,0	24,0	19,4	30,05	55,2	*4,3*
31	14,1	19,4	**35,0**	33,1	43,0	63,2	54,0	49,9	46,8	25,9	30,3	28,3	36,99	63,2	14,1
32	17,1	11,1	9,8	16,6	*24,0*	38,9	38,6	29,8	28,8	19,8	25,0	23,7	*23,61*	38,9	9,8
33	14,6	20,4	21,2	27,3	43,8	44,6	44,5	39,7	38,4	31,1	22,6	33,5	31,90	44,6	14,6
34	**40,2**	25,4	18,2	19,1	40,1	37,8	35,8	29.9	26,4	21.0	25,0	15,8	27,89	*40,2*	15,8
35	12,6	15,3	21,0	27,8	42,0	47,2	39,0	34,0	34,4	29,6	27,8	15,1	28,87	47,2	12,6
36	8,4	6,2	22,0	31,1	33,5	44,5	37,6	29,1	39,9	29,6	30,0	**42,1**	29,55	44,5	6,2
37	21,4	14,6	12,6	22,1	41,4	57,9	53,9	39,6	34,7	21,1	24,5	25,6	30,87	57,9	12,6
38	24,0	12,0	19,8	26,2	43,1	59,2	45,6	38,1	39,0	26,9	26,1	22,1	31,95	59,2	12,0
39	17,7	25,3	22,4	27,2	43,1	56,7	44,0	36,8	42,2	27,3	16,7	18,9	31,46	56,7	16,7
1840	27,7	25,6	14,1	*14,8*	31,1	43,1	45,6	44,2	41,5	35,3	48,6	24,5	32,91	48,6	14,1
41	13,8	16,0	24,7	26,8	35,6	45,5	55,7	40,6	32,8	31,7	21,2	23,9	30,72	55,7	13,8
42	15,0	5,9	19,2	26,3	36,7	40,5	36,6	36,1	30,0	23,9	24,1	23,1	26,61	40,5	5,9
43	26,8	**31,3**	20,8	29,9	41,8	47,7	54,0	48,4	29,2	36,1	23,7	21,2	34,24	54,0	20,8
44	18,3	17,9	25,3	36,6	43,9	45,0	55,5	55,0	36,3	35,2	26,8	18,1	34,59	55,5	17,9
45	11,5	7,5	14,2	30,5	36,9	54,7	41,7	42,4	34,5	37,5	21,0	28,9	30,27	54,7	7,5
Mittel . .	18,11	16,25	20,47	27,02	38,47	47,31	48,00	42,47	36,78	29,11	26,12	22,63	31,08	51,61	12,82
Maxima .	40,2	31,3	35,0	37,5	48,6	65,7	71,1	61,3	49,9	41,1	58,2	42,1	38,46	**71,1**	20,8
Minima .	5,9	4,3	5,5	14,8	24,0	33,8	35,3	28,1	21,9	16,1	16,2	12,3	23,61	40,2	*4,3*

Tab. III b.

Mittlere Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1846	27,5	31,5	27,5	34,9	43,8	47,0	48,1	43,4	44,4	32,7	25,6	27,3	36,16	48,1	25,6
47	20,1	22,4	21,8	38,2	48,0	50,1	44,6	45,5	38,7	22,7	22,9	19,2	32,86	50,1	19,2
48	12,0	12,9	24,8	32,3	35,3	40,3	45,9	34,9	27,6	21,8	26,8	22,6	28,14	45,9	12,0
49	26,9	23,3	26,3	26,2	43,2	57,6	39,0	32,1	25,1	26,3	28,6	27,7	31,91	57,6	23,3
1850	23,1	34,6	24,7	29,6	34,0	57,9	53,7	43,2	26,1	34,3	29,5	24,7	34,59	57,9	23,1
51	17,6	12,1	13,8	31,2	32,1	42,9	45,5	61,9	44,2	33,9	23,4	18,6	31,56	61,9	12,1
52	19,8	23,4	18,2	24,5	31,9	42,3	40,1	49,0	41,1	31,0	24,7	22,4	30,44	49,0	18,2
53	18,5	16,8	17,8	32,6	44,1	49,6	52,1	35,1	30,3	24,7	18,6	9,5	29,14	52,1	9,5
54	3,7	9,7	17,0	26,8	31,9	35,4	48,8	39,2	27,7	21,7	25,4	30,6	26,49	48,8	3,7
55	25,4	20,0	26,2	30,0	35,6	59,3	54,7	50,9	36,0	26,8	23,0	15,1	33,58	59,3	15,1
56	16,0	22,5	17,8	20,2	31,6	40,5	44,1	35,2	31,1	31,5	18,9	29,9	28,28	44,1	16,0
57	21,7	13,1	17,0	27,0	33,2	44,6	35,4	31,8	28,0	22,8	19,4	13,8	25,65	44,6	13,1
58	8,9	4,5	7,4	32,6	39,9	44,9	37,3	40,5	38,4	29,6	24,6	21,7	27,53	44,9	4,5
59	20,4	19,9	27,4	34,6	39,2	41,6	37,8	27,9	34,0	27,2	35,1	28,0	31,09	41,6	19,9
1860	26,1	21,4	24,4	31,1	41,8	52,8	42,8	50,6	49,1	41,0	25,3	24,6	35,92	52,8	21,4
61	26,0	18,4	24,8	28,4	33,6	47,1	48,7	35,4	30,7	32,7	20,5	25,2	30,96	48,7	18,4
62	22,9	26,9	14,3	27,3	35,2	42,2	39,2	32,9	36,0	29,3	28,2	21,8	29,68	42,2	14,3
63	26,2	26,7	24,1	31,8	38,3	46,4	36,2	33,9	35,3	31,8	27,5	22,9	31,76	46,4	22,9
64	20,3	16,1	22,5	28,0	45,0	48,6	49,8	37,6	30,1	22,2	19,2	16,3	28,81	49,8	16,1
65	13,1	21,2	21,3	30,9	37,2	27,2	32,7	41,9	29,4	19,2	23,2	18,8	26,34	41,9	13,1
66	14,3	25,4	26,4	33,1	35,5	33,4	34,8	47,7	38,9	24,0	19,1	29,0	30,13	47,7	14,3
67	28,2	31,3	29,3	35,4	47,1	54,5	42,7	32,2	33,6	38,0	26,1	23,7	35,17	54,5	23,7
68	20,3	20,1	28,0	30,3	55,0	46,3	37,4	31,3	24,8	37,0	24,9	28,8	32,02	55,0	20,1
69	26,6	16,9	16,6	25,5	38,0	36,2	33,8	40,2	29,3	28,8	29,0	32,1	29,42	40,2	16,6
1870	22,0	13,1	18,9	24,0	31,8	32,6	28,1	35,5	31,4	26,6	39,5	26,5	27,50	39,5	13,1
71	21,1	20,6	23,7	29,9	36,3	36,8	46,7	36,2	25,7	31,1	20,0	12,3	28,37	46,7	12,3
72	10,5	11,3	17,3	27,5	40,8	44,7	36,4	39,0	30,0	33,5	28,7	28,3	29,00	44,7	10,5
73	21,0	12,0	17,0	23,6	32,8	41,3	41,4	34,2	38,5	33,1	27,4	24,9	28,93	41,4	12,0
74	18,2	13,6	13,3	27,0	30,2	40,4	36,2	49,2	27,0	18,9	16,3	21,3	26,08	49,2	13,3
75	25,1	23,1	21,9	25,1	41,6	43,4	38,2	30,8	26,2	39,9	33,8	23,1	31,08	43,4	21,9
76	20,0	20,3	39,2	28,1	34,5	56,9	47,6	29,9	31,8	26,6	21,4	23,8	31,43	56,9	20,0
77	19,2	29,0	24,3	31,3	34,8	54,6	54,4	42,7	29,3	18,3	22,3	25,8	32,14	54,6	18,3
78	25,0	21,4	27,4	27,6	46,6	55,9	45,4	35,8	34,9	26,2	24,2	26,0	33,10	55,9	21,4
79	25,7	25,0	23,1	27,3	26,6	42,9	51,1	38,4	28,7	28,7	30,9	23,0	30,99	51,1	23,0
1880	17,4	14,1	26,8	27,3	28,0	34,3	34,3	37,3	35,3	35,7	31,3	27,3	29,13	37,3	14,1
Mittel . .	20,31	19,85	22,07	29,18	37,56	44,93	42,43	38,95	32,82	28,85	25,29	23,33	30,44	48,74	16,46
Maxima .	28,2	34,6	39,2	38,2	55,0	59,3	54,7	61,9	49,1	41,0	39,5	32,1	36,16	61,9	25,6
Minima .	3,7	4,5	7,4	20,2	26,6	27,2	28,1	27,9	24,8	18,3	16,3	9,5	25,65	37,3	3,7

Tab. IV a.

Tiefste Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1811—1845.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1811	16,0	16,0	23,0	23,0	41,0	39,5	31,5	27,0	17,0	14,0	14,0	14,5	23,04	41,0	14,0
12	11,0	10,0	17,0	22,0	26,0	45,0	48,0	39,0	33,5	24,0	26,5	14,0	26,33	48,0	10,0
13	6,5	4,0	15,5	20,0	23,5	44,0	42,0	39,0	32,0	30,0	26,0	14,0	24,71	44,0	4,0
14	11,0	7,5	3,0	13,0	24,0	27,0	43,5	26,5	27,5	15,5	17,0	24,0	19,96	43,5	3,0
15	13,5	13,0	22,0	29,0	24,5	39,0	50,5	41,0	28,5	20,0	20,5	18,0	26,62	50,5	13,0
16	17,5	16,0	17,5	18,5	37,0	46,0	56,5	30,0	42,5	23,5	23,0	20,0	29,00	56,5	16,0
17	20,0	21,0	23,5	23,0	22,0	49,5	59,0	46,0	31,5	26,0	19,0	16,0	29,71	59,0	16,0
18	14,0	15,5	18,0	24,0	38,0	35,0	34,0	34,0	33,0	21,0	16,0	11,5	24,50	38,0	11,5
19	9,0	9,0	16,5	22,5	24,5	31,0	36,0	30,5	23,0	20,0	24,5	17,0	21,96	36,0	9,0
1820	22,0	16,5	11,5	12,5	25,0	41,0	43,0	39,5	29,5	22,5	16,0	13,5	24,38	43,0	11,5
21	14,0	11,5	12,0	25,0	36,0	36,0	36,0	51,0	44,0	24,0	18,5	21,0	27,42	51,0	11,5
22	17,0	14,0	14,0	26,0	30,0	32,0	36,5	39,0	35,0	24,5	15,0	7,0	24,17	39,0	7,0
23	3,7	13,0	20,0	22,0	29,5	44,5	44,0	44,0	32,0	29,5	19,0	18,0	26,60	44,5	3,7
24	18,0	15,5	20,5	18,5	33,5	47,0	48,0	42,0	32,0	34,5	42,5	26,5	31,54	48,0	15,5
25	18,5	14,0	15,5	21,0	32,5	37,0	40,5	39,0	33,0	23,0	34,0	20,5	27,37	40,5	14,0
26	9,0	5,5	11,0	18,5	27,0	38,0	37,0	30,0	22,5	20,0	20,0	18,5	21,42	38,0	5,5
27	18,0	13,0	13,5	32,0	37,0	51,5	36,0	35,0	28,5	21,5	26,5	26,0	28,21	51,5	13,0
28	21,0	18,0	18,0	27,0	36,5	40,5	48,0	48,0	32,0	18,0	15,5	15,5	28,17	48,0	15,5
29	12,0	10,0	11,0	26,0	34,5	36,0	43,0	35,0	36,0	30,0	25,0	13,5	26,00	43,0	10,0
1830	4,0	2,0	12,5	20,0	38,5	37,5	44,0	35,5	32,0	22,7	22,5	16,5	23,97	44,0	2,0
31	11,5	10,0	28,0	30,5	30,0	53,0	48,0	43,0	33,5	18,5	17,5	19,0	28,54	53,0	10,0
32	14,0	9,0	8,0	13,5	18,0	29,5	30,5	28,5	23,0	17,0	17,5	21,0	19,12	30,5	8,0
33	9,0	9,0	18,5	19,0	27,5	41,5	40,0	35,0	30,0	21,5	20,5	23,0	24,51	41,5	9,0
34	32,5	19,0	16,0	17,0	23,0	36,0	32,0	25,5	19,0	14,0	20,0	11,0	22,08	36,0	11,0
35	11,0	12,0	19,5	21,0	25,0	42,5	35,0	30,5	28,0	25,0	20,0	9,5	23,25	42,5	9,5
36	6,5	5,5	6,0	28,5	29,0	37,5	30,0	26,5	29,0	23,0	22,0	29,0	22,71	37,5	5,5
37	18,0	13,0	11,0	13,5	26,2	43,0	48,0	32,0	26,0	17,0	17,5	18,5	23,64	48,0	11,0
38	14,0	10,0	12,0	23,0	30,0	54,0	36,0	35,0	32,0	24,0	23,5	15,0	25,71	54,0	10,0
39	15,0	20,0	17,0	23,5	29,5	43,5	39,5	31,5	37,0	19,5	15,0	14,0	25,42	43,5	14,0
1840	23,0	18,5	11,5	11,0	24,5	40,5	39,0	38,0	38,0	27,5	39,0	16,5	27,25	40,5	11,0
41	11,5	11,0	23,5	24,5	28,5	40,0	40,0	35,0	26,5	25,0	17,5	20,5	25,29	40,0	11,0
42	10,0	4,5	6,5	22,5	29,5	36,0	33,0	26,0	27,5	18,0	15,5	19,0	20,67	36,0	4,5
43	23,0	24,0	18,5	20,0	34,0	44,0	46,0	40,0	21,5	23,0	21,0	18,0	27,75	46,0	18,0
44	17,0	17,0	22,5	26,0	41,5	39,5	48,5	48,0	31,5	32,0	23,0	15,0	30,13	48,5	15,0
45	9,0	6,0	6,5	28,0	32,5	44,0	37,8	37,5	28,9	26,2	19,5	20,0	24,66	44,0	6,0
Mittel . .	14,30	12,39	15,44	21,86	29,97	40,61	41,15	36,09	30,18	22,73	21,43	17,56	25,31	44.24	10,26
Maxima .	32,5	24,0	28,0	32,0	41,5	54,0	59,0	51,0	44,0	34,5	42,5	29,0	31,54	59,0	18,0
Minima .	3,7	2,0	3,0	11,0	18,0	27,0	30,0	25,5	17,0	14,0	14,0	7,0	19,12	30,5	2,0

Tab. IV b.

Tiefste Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1846	22,0	22,7	23,5	33,5	33,0	45,0	43,5	32,0	28,6	28,4	21,0	24,0	29,77	45,0	21,0
47	17,0	18,6	19,0	26,5	34,3	40,0	38,7	36,5	28,8	19,5	21,8	16,1	26,40	40,0	16,1
48	8,5	7,0	20,7	27,5	33,7	36,2	37,0	31,0	21,8	20,0	22,5	19,0	23,74	37,0	7,0
49	19,5	20,7	24,0	25,5	27,0	51,3	30,0	28,8	22,5	22,5	22,0	24,0	26,48	51,3	19,5
1850	20,2	30,0	19,0	18,7	30,0	42,8	44,2	36,8	20,5	23,8	24,8	21,0	27,65	44,2	18,7
51	13,8	10,4	10,0	26,3	28,6	36,2	41,3	50,0	33,6	28,0	20,8	16,5	26,29	50,0	10,0
52	14,2	20,6	16,3	18,5	24,0	38,0	32,1	40,1	31,3	23,5	23,8	20,0	25,20	40,1	14,2
53	17,8	15,2	14,2	19,2	36,5	47,0	40,3	32,2	24,0	23,2	14,2	5,8	24,13	47,0	5,8
54	2,0	5,0	10,3	22,3	28,0	30,0	39,5	35,0	22,0	20,0	24,0	24,5	21,88	39,5	2,0
55	19,5	19,0	21,5	23,0	32,5	39,5	51,0	40,0	29,0	25,0	19,0	13,0	27,67	51,0	13,0
56	13,0	20,0	16,5	16,0	26,0	36,0	40,5	29,0	30,0	21,5	14 0	25,0	23,96	40,5	13,0
57	18,0	11,5	12,5	21,5	25,5	39,5	32,0	28,5	25,2	21,0	16,5	11,5	21,93	39,5	11,5
58	6,0	3,5	3,5	19,0	35,5	38,0	33,5	32,0	29,5	24,5	22,0	20,0	22,25	38,0	3,5
59	15,5	19,0	19,5	28,0	36,0	38,5	33,0	25,5	29,0	23,5	28,0	23,0	26,54	38,5	15,5
1860	24,0	19,0	22,5	27,5	27,0	45,0	37,5	45,0	42,0	31,0	23,0	23,0	30,54	45,0	19,0
61	20,0	17,0	18,5	27,0	26,0	43,0	43,0	28,0	26,0	22,0	19,0	20,0	25,79	43,0	17,0
62	18,0	17,5	13,0	19,5	33,5	36,5	33,5	30,0	31,5	24,5	23,5	20,5	25,12	36,5	13,0
63	22,5	22,5	21,5	26,5	35,0	34,0	29,5	28,0	29,0	24,0	25,5	22,0	26,67	35,0	21,5
64	17,0	12,8	19,5	24,5	28,5	40,5	44,0	31,5	27,5	20,0	18,0	13,5	24,78	44,0	12,8
65	10,5	19,5	18,5	18,0	31,0	22,5	24,0	39,0	23,0	17,0	20,5	14,5	21,50	39,0	10,5
66	13,0	14,5	25,0	29,0	27,5	28,0	31,5	37,5	33,0	19,0	16,5	25,0	24,96	37,5	13,0
67	25,5	26,5	23,0	30,0	39,0	50,0	37,0	28,5	29,5	28,0	20,0	17,5	29,54	50,0	17,5
68	18,0	18,0	18,0	26,0	44,0	38,0	34,0	28,5	22,5	28,5	22,0	20,5	26,50	44,0	18,0
69	18,5	14,5	13,0	16,5	33,0	32,0	29,5	30,0	25,0	25,5	24,0	27,0	24,04	33,0	13,0
1870	16,5	11,0	11,5	22,0	25,5	28,0	27,0	28,0	26,0	22,5	27,0	22,0	22,25	28,0	11,0
71	16,5	15,5	21,0	23,5	31,0	29,0	42,0	32,0	23,0	24,5	16,5	9,5	23,67	42,0	9,5
72	9,0	9,5	16,0	22,0	29,5	40,0	31,5	32,0	26,5	27,0	22,5	24,5	24,17	40,0	9,0
73	16,0	9,0	10,0	16,5	29,0	38,0	37,5	30,5	31,5	24,5	24,0	21,0	23,96	38,0	9,0
74	16,0	12,0	10,5	19,0	27,5	35,5	31,0	34,5	23,0	15,5	12,0	18,5	21,25	35,5	10,5
75	18,0	17,5	15,0	23,0	29,5	40,0	34,0	25,5	21,5	31,5	29,0	20,0	25,37	40,0	15,0
76	15,5	11,5	30,0	25,0	30,0	35,0	36,5	25,0	30,5	18,5	16,5	20,5	24,54	36,5	11,5
77	16,0	17,7	21,0	26,7	30,7	38,7	44,0	36,3	21,0	16,7	20,0	24,0	26,07	44,0	16,0
78	21,7	19,7	23,0	24,3	36,3	46,3	38,0	33,0	29,3	23,7	22,0	22,3	28,30	46,3	19,7
79	21,0	20,3	22,0	24,7	24,3	36,0	43,0	32,0	26,3	24,0	29,3	17,0	26,66	43,0	17,0
1880	12,7	11,7	20,3	24,3	26,0	29,0	30,7	34,3	27,7	27,7	24,0	21,7	24,18	34,3	11,7
Mittel . .	16,37	16,01	17,81	23,46	30,70	37,80	36,44	32,76	27,17	23,43	21,40	19,65	25,25	41,03	13,31
Maxima .	25,5	30,0	30,0	33,5	44,0	51,3	51,0	50,0	42,0	31,5	29,3	27,0	30,54	51,3	21,5
Minima .	2,0	3,5	3,5	16,0	24,0	22,5	24,0	25,0	20,5	15,5	12,0	5,8	21,25	28,0	2,0

Tab. V a.

Höchste Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1811—1845.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1811	29,0	32,0	34,0	43,0	44,5	44,0	53,0	*31,0*	*28,0*	*18,0*	20,0	18,0	32,88	53,0	18,0
12	17,0	29,0	26,0	35,5	49,5	57,0	59,0	58,0	42,0	33,0	43,0	30,0	39,92	59,0	17,0
13	13,5	16,5	20,0	23,5	45,5	59,0	72,0	60,5	47,0	42,0	34,0	25,0	38,21	72,0	13,5
14	14,5	12,5	*12,5*	32,0	30,0	59,0	57,0	43,0	39,5	27,0	21,0	35,5	31,96	59,0	12,5
15	26,0	25,0	**41,5**	41,5	42,0	67,5	65,5	60,0	41,0	29,0	27,0	20,5	40,54	67,5	20,5
16	21,0	20 0	25,5	36,5	46,0	55,0	64,5	63,5	57,0	45,0	33,5	31,0	41,54	64,5	20,0
17	25,5	24,0	35,5	26,0	60,5	76,5	86,0	59,5	**59,0**	34,0	25,5	19,0	44,25	**86,0**	19,0
18	16,0	18,0	26,5	35,0	51,5	40,0	*38,0*	36,5	45,5	40,5	20,5	16,5	32,04	51,5	16,0
19	10,5	18,0	22,0	31,0	31,0	43,5	51,0	39,0	32,0	29,0	30,0	**60,0**	33,08	60,0	10,5
1820	47,5	25,5	17,0	29,5	45,5	47,5	54,5	52,5	39,0	32,5	22,5	16,0	35,79	54,5	16,0
21	22,5	20,0	28,5	34,0	48,0	51,0	55,0	**76,7**	57,0	**53,0**	21,0	24,0	41,14	76,7	20,0
22	24,0	17,0	26,5	30,0	41,5	*33,5*	42,0	45,0	49,0	35,0	23,5	*15,5*	32,12	49,0	15,5
23	12,5	30,0	27,0	29,0	54,0	54,0	68,5	57,5	43,5	35,0	28,5	29,5	39,08	68,5	12,5
24	28,5	22,0	25,0	31,5	55,5	61,0	64,5	61,5	54,0	46,0	**77,5**	40,0	**47,25**	77,5	22,0
25	28,5	18,0	20,5	32,5	42,5	44,0	55,5	51,5	45,5	40,0	39,0	33,0	37,54	55,5	18,0
26	20,0	10,7	19,0	26,0	39,5	52,0	53,5	50,0	30,0	29,0	25,5	24,0	31,60	53,5	10,7
27	26,5	19,5	38,0	37,0	51,0	57,5	53,5	55,0	55,0	28,0	38,0	35,5	41,21	57,5	19,5
28	33,0	21,0	31,5	36,5	46,5	54,5	57,5	56,0	49,5	31,0	*18,0*	21,5	38,04	57,5	18,0
29	20,0	15,5	28,5	33,0	38,0	51,0	46,5	45,5	53,0	49,0	33,0	25,0	36,50	53,0	15,5
1830	13,5	11,0	19,5	45,0	44,0	49,0	61,5	45,0	55,0	52,0	26,0	23,5	37,08	61,5	11,0
31	17,0	26,0	40,5	36,0	51,0	70,0	65,0	58,0	55,5	34,0	41,0	38,5	44,38	70,0	17,0
32	19,5	14,5	13,0	*18,5*	*29,5*	53,5	51,0	33,0	34,5	22,0	30,0	27,0	*28,83*	53,5	13,0
33	20,5	24,0	23,0	30,0	55,0	50,0	50,0	44,0	51,5	46,0	24,0	46,0	38,67	55,0	20,5
34	**50,0**	35,5	19,5	22,0	47,0	41,0	39,5	34,0	34,0	37,0	34,5	19,5	34,46	50,0	19,5
35	15,0	20,5	22,0	31,0	57,5	53,0	43,0	44,0	42,5	35,0	35,0	20,0	34,88	57,5	15,0
36	*10,0*	*6,5*	32,5	33,5	40,0	49,0	45,0	31,5	46,5	39,5	34,5	53,5	35,17	53,5	*6,5*
37	27,5	18,0	14,0	25,0	49,0	73,0	60,5	52,5	40,5	26,0	29,5	35,0	37,54	73,0	14,0
38	35,0	16,0	26,5	30,5	53,0	65,5	56,0	43,0	47,0	32,0	28,5	27,5	38,37	65,5	16,0
39	23,0	30,0	30,0	29,0	48,5	62,0	57,0	42,0	46,0	36,0	19,0	32,0	37,88	62,0	19,0
1840	33,0	30,0	18,0	24,0	40,5	48,5	54,5	54,0	45,0	44,5	56,0	37,5	40,46	56,0	18,0
41	16,5	25,5	26,5	29,5	40,0	50,5	63,5	46,0	39,0	36,5	29,0	27,0	35,79	63,5	16,5
42	21,0	9,5	29,0	29,5	42,0	43,5	43,0	44,5	32,0	31,0	33,5	31,0	32,46	*44,5*	9,5
43	37,5	**40,0**	24,5	39,0	47,5	53,0	61,0	54,0	39,5	44,5	30,5	23,0	41,17	61,0	**23,0**
44	20,0	22,5	27,5	49,0	49,0	51,0	63,0	66,0	46,0	38,0	31,5	23,0	40,54	66,0	20,0
45	14,5	9,5	29,0	33,0	40,0	60,0	48,5	48,6	41,5	44,3	25,3	36,5	35,89	60,0	9,5
Mittel . .	23,13	20,95	25,71	32,21	45,60	53,80	55,97	49,78	44,64	36,41	31,19	29,14	37,38	60,81	16,08
Maxima .	50,0	40,0	41,5	49,0	60,5	76,5	86,0	76,7	59,0	53,0	77,5	60,0	47,25	86,0	23,0
Minima .	10,0	6,5	12,5	18,5	29,5	36,5	38,0	31,0	28,0	18,0	18,0	15,5	28,83	44,5	*6,5*

Tab. V b.

Höchste Wasserstände des Zürichsee's der einzelnen Monate der Jahre 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	October	November	December	Mittel	Maxima	Minima
1846	37,5	40,0	33,8	36,7	51,7	50,5	51,0	66,3	71,0	35,8	33,0	30,6	44,82	71,0	30,6
47	23,7	28,0	25,5	46,6	63,7	60,6	55,0	51,2	49,3	28,4	23,8	21,7	39,79	63,7	21,7
48	15,5	20,0	29,8	37,2	37,8	42,5	57,2	37,5	34,8	23,5	28,0	26,5	32,53	57,2	15,5
49	33,5	26,4	29,8	27,8	53,5	64,5	51,5	35,0	29,0	33,0	33,4	30,5	37,32	64,5	26,4
1850	30,0	40,0	29,0	36,0	41,8	67,0	63,0	47,8	36,0	40,2	34,8	32,0	41,47	67,0	29,0
51	21,2	13,6	28,2	38,0	37,5	48,0	52,2	71,7	58,0	38,3	28,2	21,0	37,99	71,7	13,6
52	26,5	25,6	20,5	26,8	43,5	47,8	52,0	56,5	52,0	39,2	27,0	26,8	37,02	56,5	20,5
53	19,9	18,3	20,7	37,0	52,3	52,5	60,6	39,3	36,2	26,2	23,4	14,0	33,37	60,6	14,0
54	5,8	11,0	23,5	30,5	37,6	42,5	57,0	42,8	39,0	24,8	27,4	38,5	31,70	57,0	5,8
55	34,5	21,0	28,8	39,0	39,5	70,0	58,0	59,5	40,5	29,5	26,5	18,0	38,73	70,0	18,0
56	23,5	24,0	19,8	25,5	36,0	46,5	51,0	45,5	36,0	40,0	32,0	32,5	34,36	51,0	19,8
57	24,5	17,0	21,5	30,5	43,5	50,0	39,5	33,5	31,0	25,0	22,0	16,5	29,54	50,0	16,5
58	11,5	6,0	18,0	38,0	47,5	48,0	48,0	49,5	46,5	34,5	28,5	26,0	33,50	49,5	6,0
59	25,5	20,5	30,5	41,0	42,0	48,5	45,5	32,0	36,5	32,5	41,0	36,0	35,96	48,5	20,5
1860	28,5	25,0	30,0	35,0	52,5	60,0	48,0	54,5	57,0	46,5	30,5	26,5	41,17	60,0	25,0
61	33,0	20,0	29,5	30,5	47,0	51,0	53,0	44,5	42,5	43,0	23,5	28,5	37,16	53,0	20,0
62	27,0	33,5	17,5	33,0	38,5	53,0	49,5	35,0	41,5	34,0	33,5	23,0	34,92	53,0	17,5
63	29,5	30,0	26,0	35,5	44,5	54,0	47,0	40,0	39,5	39,5	31,0	25,5	36,83	54,0	25,5
64	24,5	19,0	25,0	33,0	51,0	57,0	60,0	49,0	31,5	27,0	21,0	21,0	34,92	60,0	19,0
65	19,5	24,0	24,0	44,5	44,0	31,5	44,0	45,0	40,5	22,5	24,5	22,5	32,21	45,0	19,5
66	15,5	31,0	29,5	38,0	41,5	37,5	38,5	57,0	43,0	32,5	25,0	34,0	35,25	57,0	15,5
67	37,5	36,5	34,5	42,5	54,0	61,5	52,0	39,5	39,0	44,0	36,0	30,5	42,29	61,5	30,5
68	25,0	22,5	33,0	41,0	60,5	56,0	42,0	35,0	28,0	46,0	30,0	38,0	38,08	60,5	22,5
69	35,5	18,5	18,0	34,5	43,0	41,0	38,0	50,5	34,0	30,5	35,0	38,5	34,75	50,5	18,0
1870	26,5	16,5	25,0	29,0	40,5	39,0	29,5	45,0	34,0	42,5	55,0	31,5	34,50	55,0	16,5
71	26,0	24,0	25,5	43,5	45,0	52,5	52,0	42,0	32,0	36,5	24,0	16,0	34,92	52,5	16,0
72	11,5	16,0	20,5	31,0	58,0	51,0	44,0	47,0	37,5	38,0	32,0	31,0	34,79	58,0	11,5
73	26,5	16,0	20,0	30,0	40,0	42,5	45,5	38,5	43,5	38,0	33,0	27,5	33,42	45,5	16,0
74	21,0	16,0	18,0	33,0	35,0	44,0	44,0	55,5	33,0	22,5	22,0	23,0	30,58	55,5	16,0
75	31,0	30,0	25,5	29,0	49,5	45,5	44,5	35,5	44,0	48,0	37,0	28,0	37,29	49,5	25,5
76	24,0	38,5	46,5	35,5	39,5	76,5	59,0	36,5	34,0	34,5	28,0	26,5	39,92	76,5	24,0
77	22,0	42,7	29,7	33,7	39,0	63,0	62,0	56,3	41,0	20,7	26,7	27,7	38,71	63,0	20,7
78	27,3	25,3	31,0	35,7	52,0	68,0	53,0	40,7	41,0	31,7	28,0	29,3	38,58	68,0	25,3
79	34,3	28,3	23,7	30,3	35,3	48,3	59,0	43,7	31,3	33,7	32,3	30,3	35,88	59,0	23,7
1880	21,3	20,7	30,0	30,7	30,7	38,0	37,0	41,3	43,0	50,3	49,0	33,3	35,56	50,3	20,7
Mittel . .	25,14	24,15	26,34	34,84	44,83	51,71	49,80	45,71	40,19	34,65	30,46	27,51	36,28	57,87	19,62
Maxima .	37,5	42,7	46,5	46,6	63,7	76,5	63,0	71,7	71,0	50,3	55,0	38,5	44,82	76,5	30,6
Minima .	5,8	6,0	17,5	25,5	30,7	31,5	29,5	32,0	28,0	20,7	21,0	14,0	29,54	45,0	5,8

Tab. VI.

Tiefster, mittlerer und höchster Wasserstand des Zürichsee's für alle Tage während der Dauer von 35 Jahren, von 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

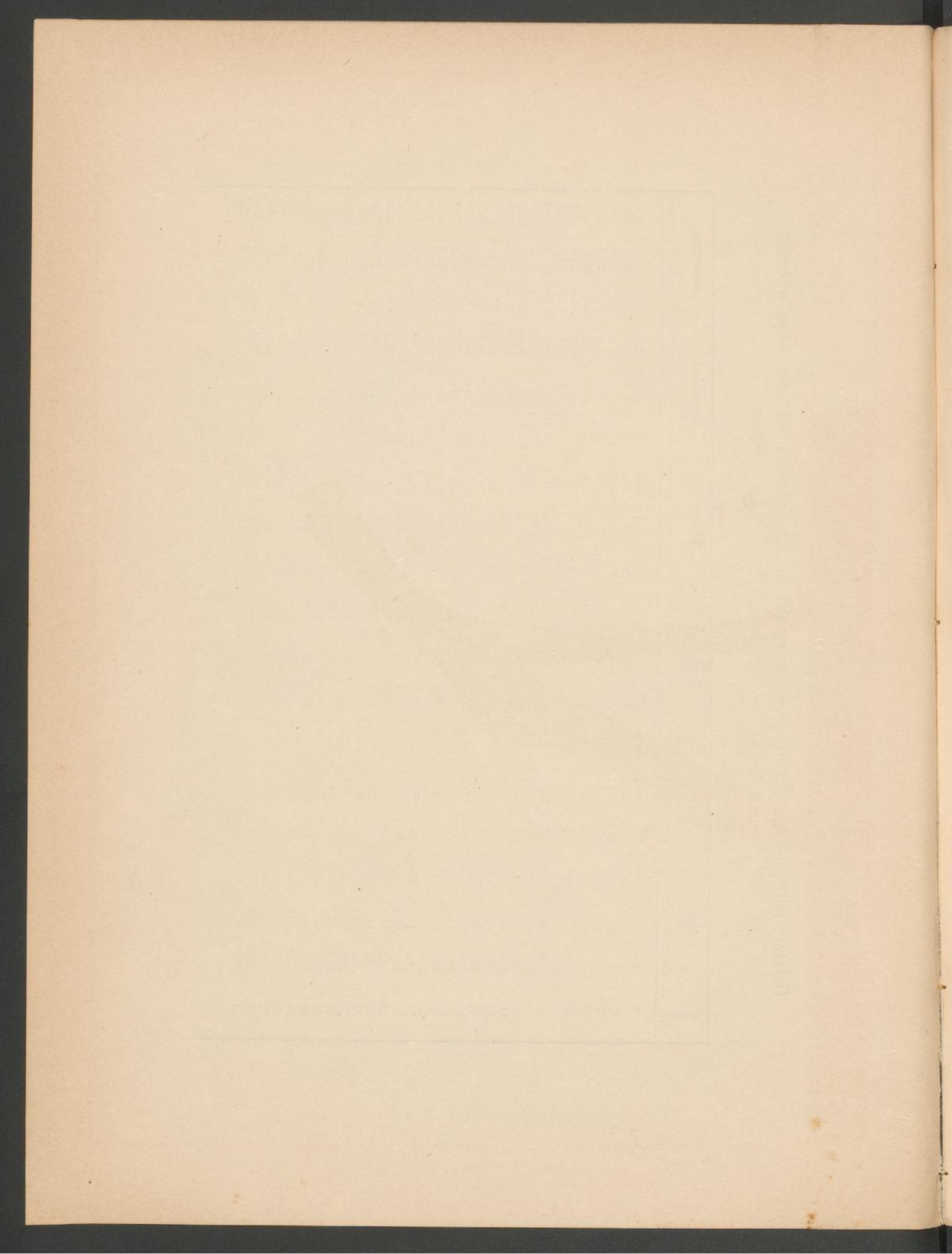
Datum	Januar			Februar			März			April			Mai			Juni		
	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster
1	5,5	21,7	35,5	5,0	20,0	39,0	4,0	19,6	38,4	17,0	24,4	33,8	24,0	33,5	44,0	28,5	42,0	60,6
2	5,2	22,0	35,0	5,5	19,9	39,0	3,5	19,8	38,7	16,5	24,6	33,5	26,0	33,8	46,0	28,0	42,3	59,5
3	5,0	21,9	34,5	5,5	20,0	40,0	3,5	19,9	40,0	16,5	24,7	33,8	26,0	34,1	47,5	28,0	42,4	58,0
4	4,7	21,8	33,4	5,0	20,0	40,0	3,8	20,1	40,7	16,5	24,9	35,0	26,0	34,4	48,5	28,0	42,8	57,7
5	5,0	21,7	34,4	5,0	20,0	39,8	4,0	20,4	43,7	16,0	25,3	36,0	26,0	34,6	50,0	28,5	43,2	63,0
6	5,0	21,5	34,0	5,0	19,9	40,0	4,0	20,7	44,0	16,5	25,9	36,5	26,0	34,7	51,0	29,5	43,5	67,0
7	4,8	21,3	32,4	5,0	19,9	40,0	4,0	20,9	45,0	17,0	26,4	36,5	25,0	34,8	52,0	30,0	43,9	68,0
8	4,5	21,2	32,0	5,0	19,8	38,5	4,0	21,2	46,4	17,0	26,8	36,7	24,7	34,8	53,0	30,5	44,1	67,4
9	4,5	20,9	32,0	4,8	19,9	37,5	4,5	21,4	46,0	17,5	27,3	36,7	24,4	34,9	54,0	30,0	44,2	66,0
10	4,5	20,7	32,0	5,0	20,0	36,5	4,5	21,5	46,0	17,5	27,8	39,5	24,7	35,2	55,0	30,0	44,5	64,4
11	4,3	20,6	31,5	4,5	19,8	36,0	4,5	21,6	44,7	18,0	28,1	41,0	24,4	35,5	55,5	30,0	44,7	63,4
12	4,2	20,5	30,5	4,5	19,8	35,0	4,0	21,7	44,0	18,0	28,5	42,5	25,0	35,6	56,0	29,0	45,1	63,0
13	4,0	20,2	29,5	4,5	19,9	35,8	4,0	21,8	44,0	18,5	28,9	43,5	24,7	36,1	56,5	29,0	45,7	70,0
14	3,8	20,0	29,5	4,0	19,9	35,0	4,5	21,8	44,0	18,5	29,2	44,5	24,4	36,5	58,5	28,5	45,8	76,0
15	3,7	19,9	30,5	4,0	19,9	40,4	5,0	21,9	42,7	19,0	29,3	45,0	24,4	36,9	59,5	28,0	46,1	76,7
16	3,5	19,8	32,0	4,0	19,9	42,4	5,0	22,1	42,0	21,5	29,6	46,6	24,4	37,3	60,0	27,5	46,2	75,4
17	3,4	19,9	33,0	4,0	19,9	43,4	5,2	22,3	40,6	22,0	29,9	46,6	24,4	38,0	60,5	26,5	46,1	76,0
18	3,3	19,9	33,5	4,0	20,0	43,0	5,5	22,6	42,4	22,0	30,3	45,8	24,7	38,3	60,0	26,0	46,3	74,4
19	3,2	19,9	33,5	3,5	20,0	42,4	6,0	22,8	41,7	22,5	30,6	44,5	24,4	38,6	59,0	25,5	46,3	72,0
20	3,0	19,7	33,5	3,5	19,8	41,0	6,5	22,9	40,0	22,5	30,9	42,7	24,4	38,9	58,0	25,0	46,5	70,0
21	2,8	19,7	33,5	3,5	19,8	39,7	7,5	23,0	38,0	23,0	31,0	41,7	24,4	39,3	57,5	24,0	46,5	69,8
22	2,8	19,5	33,0	3,5	19,8	38,0	8,5	23,1	36,0	23,0	31,4	40,7	24,7	39,7	59,7	24,0	46,4	67,5
23	2,7	19,4	32,5	4,0	19,7	36,7	9,5	23,2	34,4	23,0	31,8	41,5	25,0	39,9	61,0	23,5	46,2	65,5
24	2,5	19,3	32,2	4,5	19,7	35,0	10,5	23,3	35,0	23,0	32,1	42,5	26,4	40,1	61,7	24,0	46,0	63,0
25	2,3	19,4	31,5	4,5	19,6	35,0	11,5	23,3	32,0	23,2	32,5	43,5	26,4	40,5	62,3	23,5	45,9	63,5
26	2,2	19,4	30,6	4,8	19,5	35,4	12,5	23,4	32,0	23,2	32,7	44,0	26,4	40,9	63,0	23,5	45,8	63,0
27	2,1	19,2	32,0	4,0	19,4	35,7	14,0	23,3	31,0	23,0	32,8	44,0	26,0	41,2	63,7	23,0	45,6	62,0
28	2,1	19,3	34,5	4,0	19,6	37,0	14,5	23,4	31,5	23,0	32,9	44,5	26,0	41,4	63,7	23,0	45,9	60,4
29	2,0	19,6	35,5				15,0	23,7	31,5	22,8	33,0	44,5	27,7	41,7	62,5	22,5	45,7	58,4
30	2,5	19,7	37,5				17,0	24,0	33,6	22,8	33,2	44,0	28,0	41,8	61,8	22,5	45,5	60,7
31	4,4	19,9	37,5				17,0	24,1	33,8				28,0	41,9	61,0			

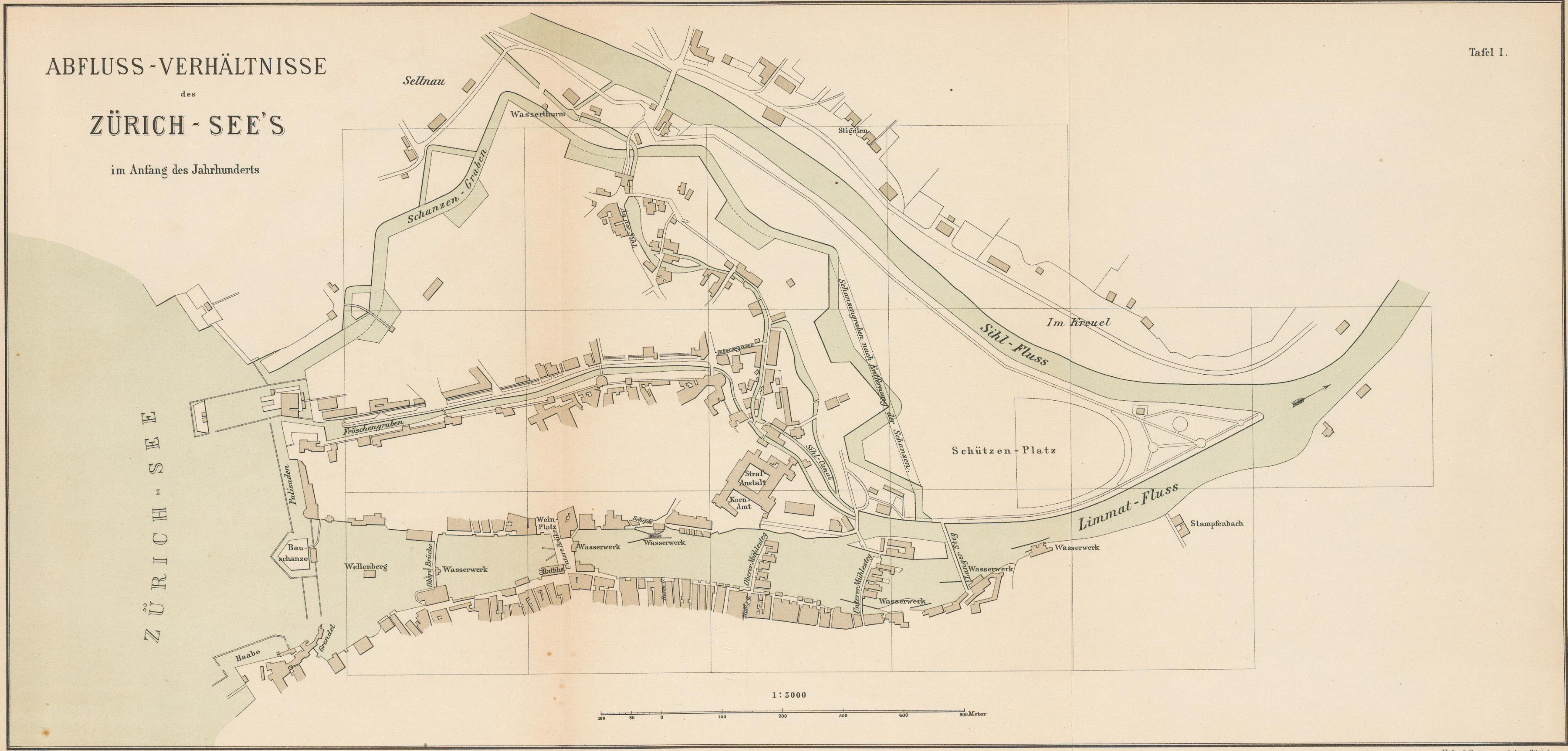
Tab. VI.

Tiefster, mittlerer und höchster Wasserstand des Zürichsee's für alle Tage während der Dauer von 35 Jahren, von 1846—1880.

Nach altem Pegel an der Bauschanze, in Zollen.

Datum	Juli			August			September			October			November			December		
	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster	Tiefster	Mittel	Höchster
1	24,0	45,4	60,2	28,5	40,5	56,4	25,5	37,3	70,0	20,7	30,1	46,0	15,5	27,7	50,0	14,0	25,2	38,5
2	24,5	45,4	61,0	28,0	40,4	60,8	25,5	37,0	71,0	20,0	30,1	46,5	15,5	27,7	53,5	13,7	25,2	38,5
3	24,5	45,5	62,3	28,0	40,2	67,0	25,0	36,9	70,0	20,0	30,2	46,0	15,0	27,5	55,0	13,2	25,1	38,5
4	25,0	45,7	63,0	28,0	40,2	70,5	25,0	36,6	67,8	20,0	30,3	46,0	15,0	27,2	55,0	13,0	24,8	38,5
5	26,0	45,6	62,5	28,0	40,2	71,8	24,5	36,1	65,3	20,0	30,3	46,5	14,5	27,1	54,5	12,8	24,6	38,0
6	26,0	45,3	61,5	28,5	40,2	71,5	24,5	35,7	62,5	19,7	30,2	47,0	14,0	27,0	54,0	12,4	24,4	37,0
7	26,5	44,7	60,6	29,0	40,0	70,0	24,0	35,4	60,0	19,4	30,2	48,0	14,0	26,6	52,5	12,0	24,3	36,0
8	27,0	44,4	59,8	29,0	39,9	69,4	23,5	34,9	56,7	19,4	30,0	47,0	13,5	26,4	50,0	11,8	24,1	35,0
9	27,0	43,9	59,6	28,5	39,7	67,7	23,5	34,7	56,0	19,0	29,9	46,5	13,5	26,1	48,0	11,3	24,0	34,0
10	28,0	43,6	58,8	28,0	39,6	67,5	23,0	34,2	55,0	18,7	29,8	46,0	13,0	25,8	46,5	11,0	23,8	33,0
11	28,0	43,2	58,7	28,0	40,2	69,7	23,0	33,8	55,0	18,7	29,8	45,5	13,0	25,6	44,5	10,6	23,7	32,0
12	28,0	43,1	58,5	28,0	40,0	69,4	23,0	33,4	54,5	18,4	29,6	44,5	13,0	25,3	42,5	10,3	23,4	31,5
13	28,5	43,0	58,0	27,5	39,8	68,2	23,0	33,1	54,5	18,0	29,5	44,0	12,5	25,1	40,5	9,9	23,3	32,0
14	28,5	42,8	57,0	27,5	39,5	66,2	22,5	32,7	52,5	18,0	29,3	43,5	12,0	25,0	40,5	9,7	23,0	32,0
15	28,5	42,4	56,8	27,0	39,2	65,0	22,5	32,2	50,5	18,0	29,3	44,0	12,0	24,6	37,5	9,5	23,0	32,5
16	28,5	42,1	57,2	27,0	38,8	63,3	22,0	31,8	49,0	17,7	29,0	45,0	12,0	24,4	36,5	9,2	23,1	33,0
17	29,0	41,9	58,0	27,0	38,5	61,5	22,0	31,5	48,0	17,7	28,5	44,0	12,0	24,3	35,5	9,0	23,2	34,0
18	29,5	41,6	58,0	26,7	38,3	60,0	22,0	31,4	46,0	17,7	28,2	43,5	12,5	24,1	35,5	8,7	23,4	34,0
19	29,5	41,3	57,5	26,0	38,1	60,2	22,0	31,1	50,0	17,4	28,0	42,5	13,5	24,2	36,0	8,4	23,2	34,0
20	29,5	41,2	57,5	26,0	37,8	61,8	21,5	31,0	51,0	17,4	27,8	42,5	15,5	24,3	36,5	8,4	23,2	34,0
21	29,0	41,0	59,7	26,0	37,5	61,5	21,0	30,7	52,0	17,0	27,9	43,5	14,5	24,3	37,0	8,1	23,0	33,0
22	28,5	40,7	61,0	25,0	37,5	60,4	20,8	30,7	51,5	16,7	27,8	44,0	14,5	24,2	37,0	8,0	22,9	32,5
23	28,0	40,4	61,7	25,4	37,9	58,6	20,8	30,6	50,8	17,0	27,9	43,5	14,0	24,0	36,0	7,8	22,8	36,0
24	28,0	40,3	60,7	25,5	38,2	57,2	20,5	30,4	49,8	16,7	27,8	43,0	15,7	24,1	35,0	7,4	22,8	37,5
25	27,5	40,0	60,7	26,0	38,2	59,0	21,0	30,4	48,5	16,5	27,7	43,7	15,5	24,3	31,8	7,1	22,9	37,5
26	27,5	40,0	62,0	25,5	38,0	61,2	21,0	30,5	46,8	16,5	27,6	44,0	15,3	24,5	31,5	6,9	22,7	38,0
27	27,0	40,3	61,7	26,0	38,0	61,5	21,0	30,7	44,8	16,5	27,5	45,0	15,1	24,6	34,2	6,7	22,6	38,0
28	27,0	40,3	61,4	25,5	37,9	61,2	21,0	30,6	43,2	16,5	27,5	49,0	14,9	24,8	34,0	6,5	22,4	38,5
29	27,0	40,2	60,0	26,0	37,8	59,8	21,4	30,4	43,0	16,0	27,7	50,0	14,7	24,8	33,0	6,1	22,2	38,0
30	27,5	40,1	59,0	26,0	37,6	60,2	21,0	30,3	44,0	16,0	27,6	50,4	14,2	24,9	35,0	6,0	22,0	37,0
31	28,0	40,5	58,0	25,5	37,4	66,3				15,5	27,4	50,0				5,8	21,7	36,0

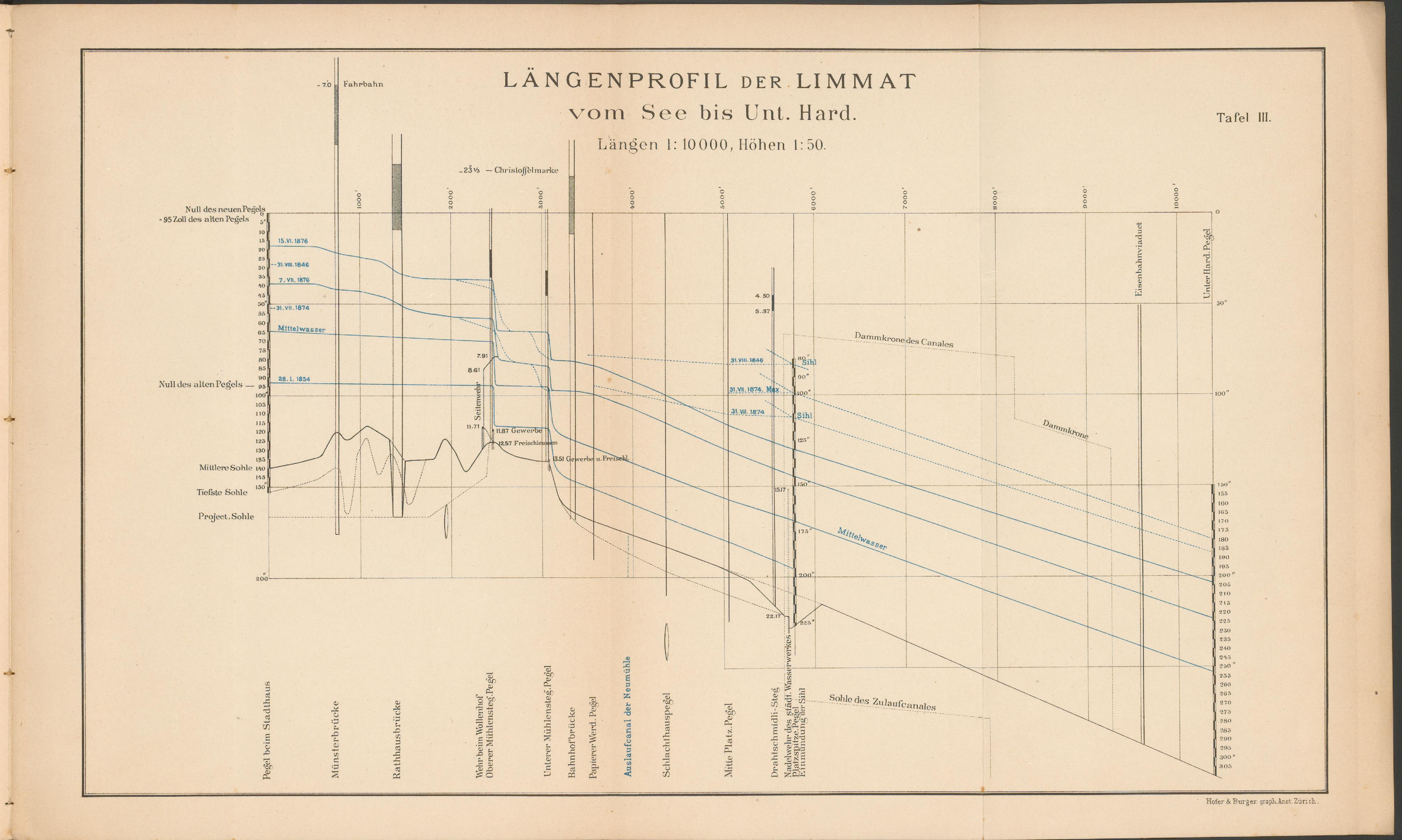




Hofer & Burger graph. Anst. Zürich.



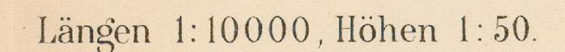
Hofer & Burger graph. Anst. Zürich



LÄNGENPROFIL DER LIMMAT
vom See bis Unt. Hard.
Längen 1:10000, Höhen 1:50.
Tafel III.
Fahrbahn
Christoffelmarke
Null des neuen Pegels = 95 Zoll des alten Pegels
Null des alten Pegels
Mittlere Sohle
Tiefste Sohle
Project. Sohle
15.VI.1876
31.VIII.1846
7.VII.1876
31.VII.1874
Mittelwasser
28.I.1854
Seitenwehr
11.87 Gewerbe
12.57 Freischleussen
13.51 Gewerbe u. Freischl.
Dammkrone des Canales
Dammkrone
Sohle des Zulaufcanales
Sihl
31.VII.1874. Max
Eisenbahnviaduet
Unter Hard. Pegel
Pegel beim Stadthaus
Münsterbrücke
Rathhausbrücke
Wehr beim Wollenhof
Oberer Mühlensteg. Pegel
Unterer Mühlensteg. Pegel
Bahnhofbrücke
Papierer Werd. Pegel
Auslaufcanal der Neumühle
Schlachthauspegel
Mitte Platz. Pegel
Drahtschmidli-Steg
Nadelwehr des städt. Wasserwerkes
Platzspitze. Pegel
Einmündung der Sihl
Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

LÄNGENPROFIL DES SCHANZENGRABENS EINSCHLIESSLICH DER SIHL vom See bis Limmatspitz.

Tafel IV.



Längen 1:10000, Höhen 1:50.

Null des neuen Pegels = 95 Zoll des alten Pegels

Null des alten Pegels

15. VI. 1876
31. VIII. 1846
31. VII. 1874
10. VI. 1881
14. VI. 1881
24. V. 1881

1000' 2000' 3000' 4000' 5000' 6000' 7000' 8000'

2.45

11.3

Projectirte Vertiefung.

14.3
14.8
15.8

Sihl 31. VII. 1874

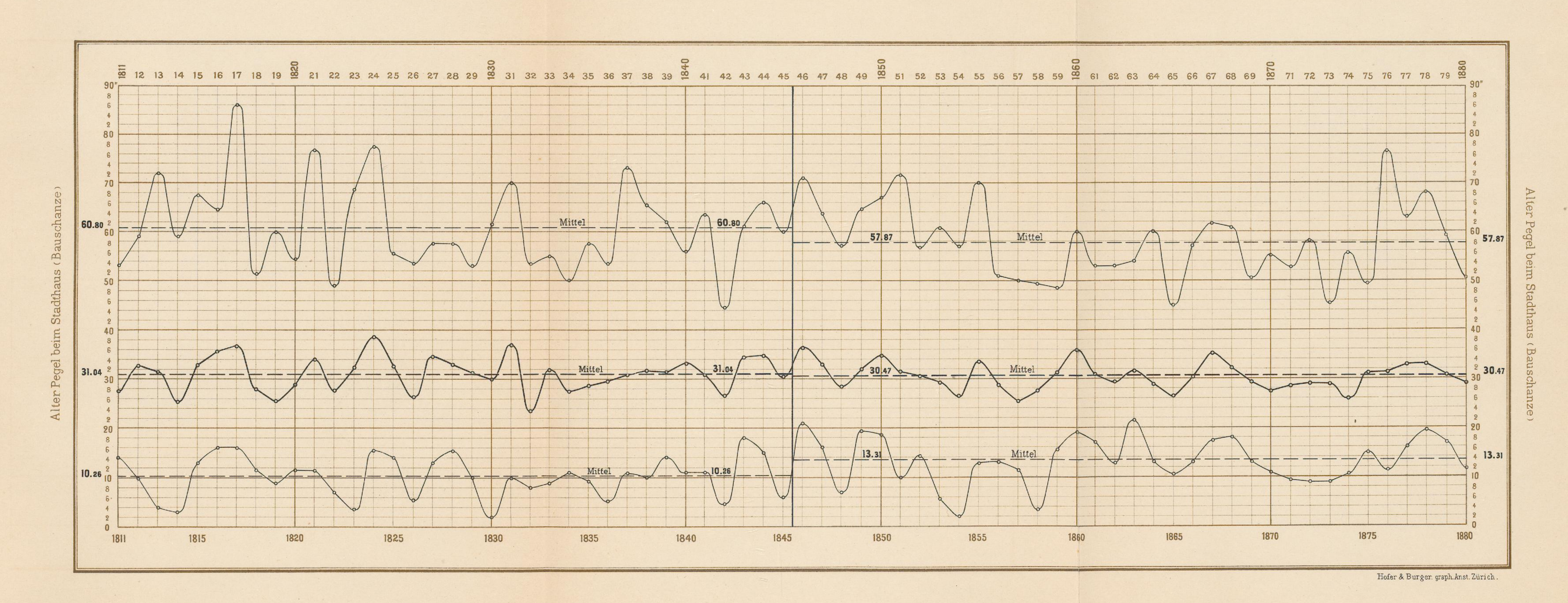
31. VIII. 1846

Pegel beim Stadthaus
Fussteg beim Hôtel Baur au Lac
Bleicherwegbrücke
Selnaubrücke
Badanstalt
Schleussenwehr, Boden 11.3
Canalbrücke, Unterkante
Schiefe Brücke
Brücke. Freie Strasse. Gewölbscheitel 2.5
Schanzengraben-Auslauf
Bahnbrücke
Kornhausbrücke
Kornhauspegel
Fussteg
Platzspitzpegel

Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

DARSTELLUNG DER HÖCHSTEN, MITTLEREN UND TIEFSTEN WASSERSTÄNDE DES ZÜRICHSEE'S

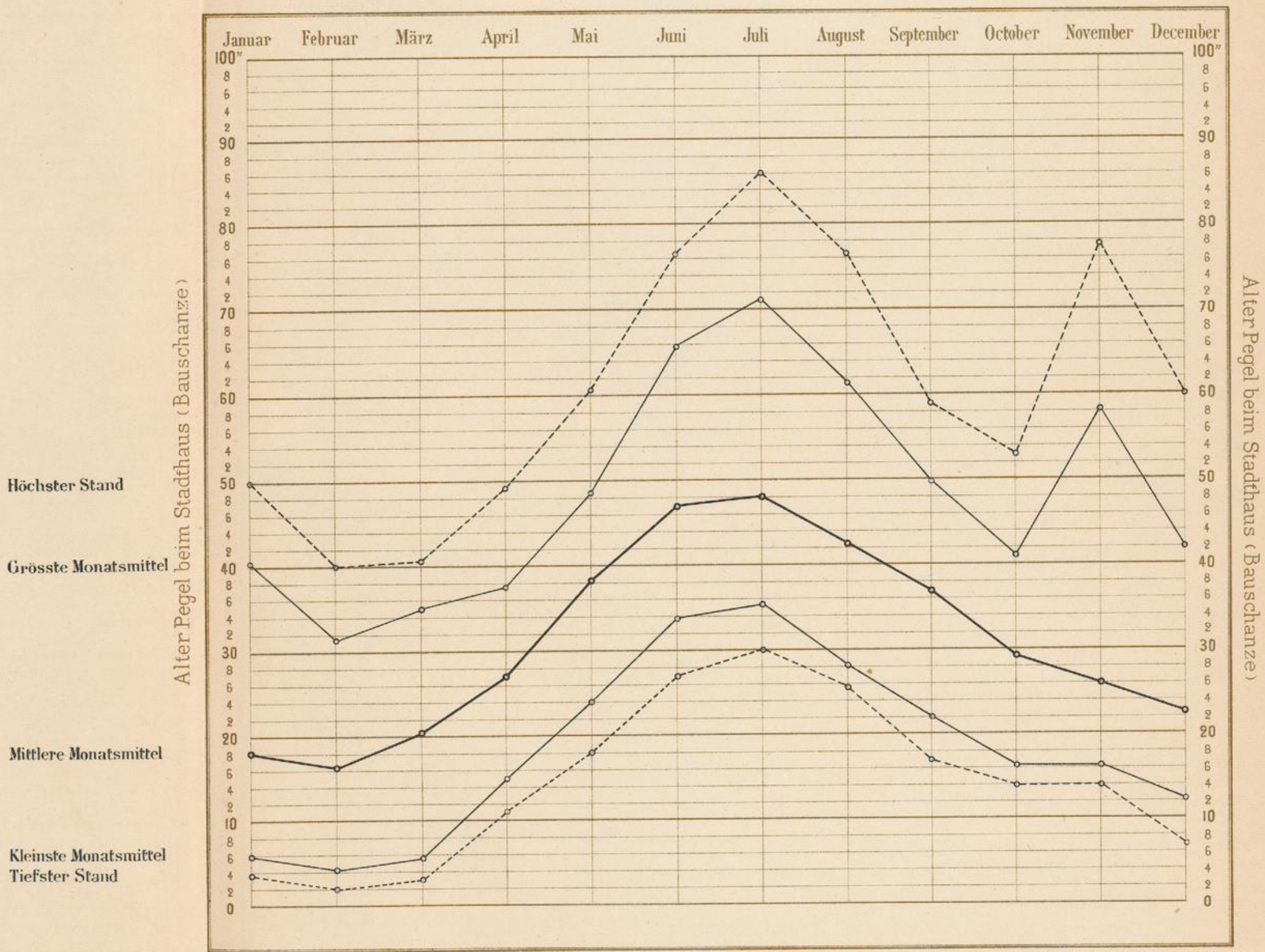
der Jahre 1811-1880.



Hofer & Burger, graph. Anst. Zürich.

MONATLICHE WASSERSTÄNDE DES ZÜRICHSEE'S

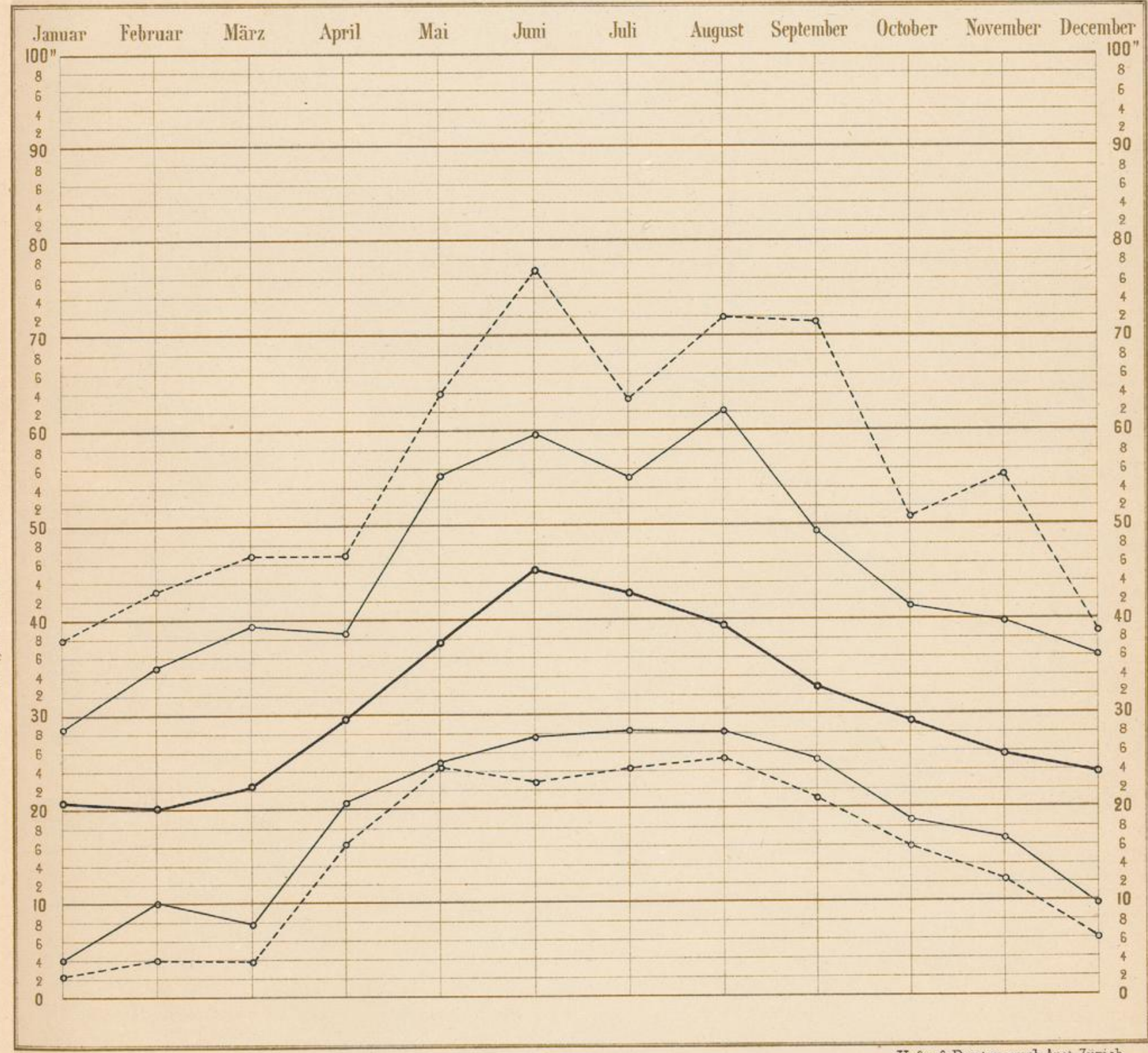
der Jahre 1811-1845.



Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

MONATLICHE WASSERSTÄNDE DES ZÜRICHSEE'S

der Jahre 1846-1880.

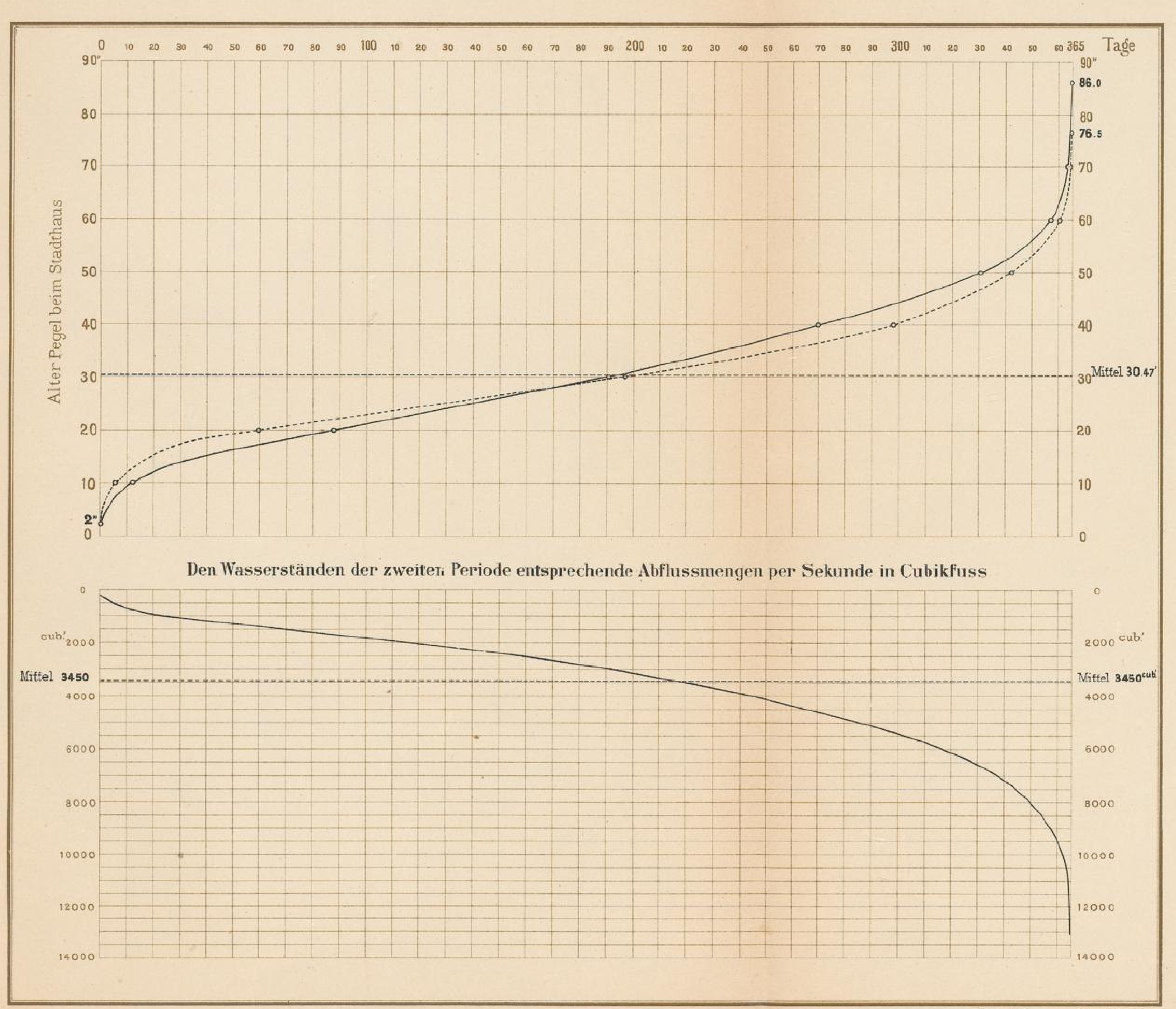


Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

MITTLERE DAUER DER WASSERSTÄNDE

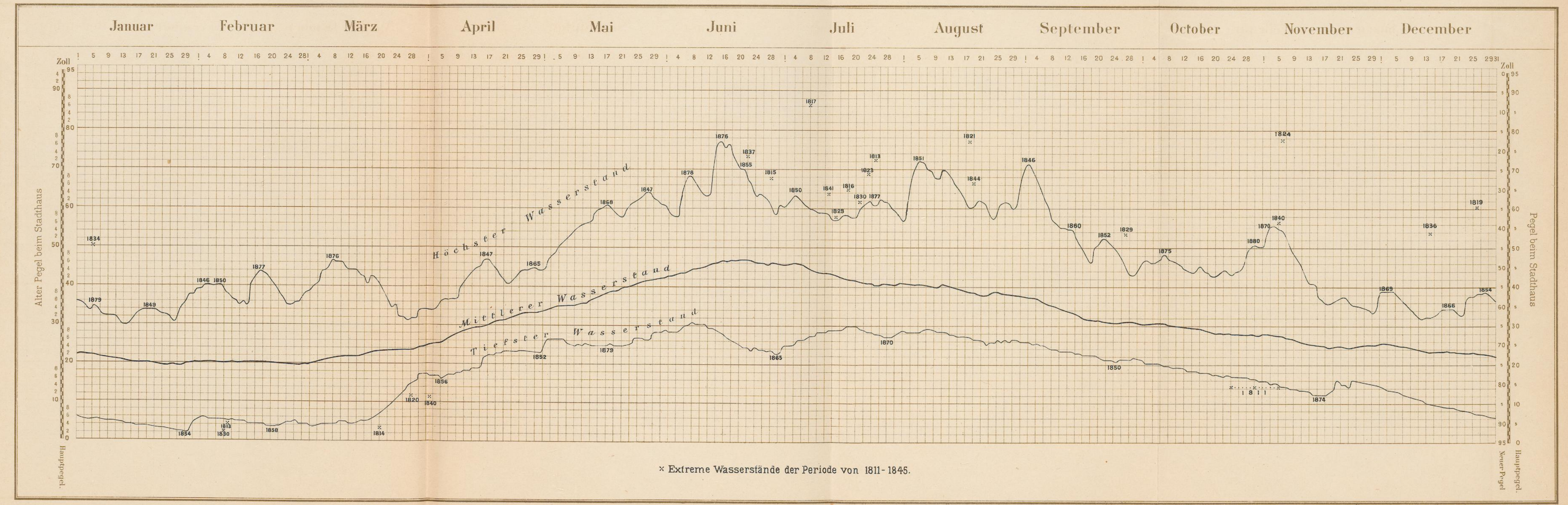
Tafel VIII.

—— 1811 – 1845 ----- 1846 – 1880.



Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

WASSERSTÄNDE vom ZÜRICHSEE
für jeden Tag
während der Dauer von 35 Jahren 1846-1880.

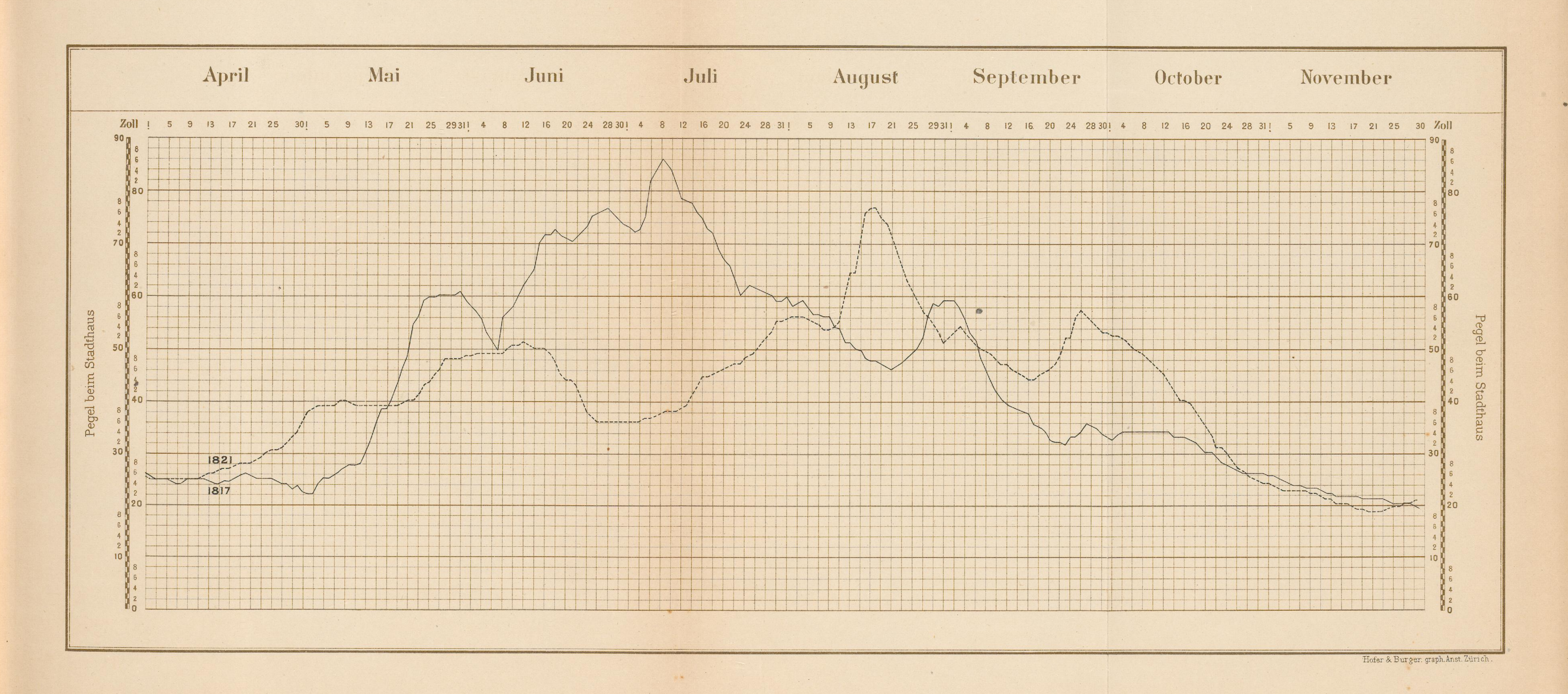


× Extreme Wasserstände der Periode von 1811-1845.

Hofer & Burger graph. Anst. Zürich.

HOCHWASSERSTÄNDE VOM ZÜRICHSEE

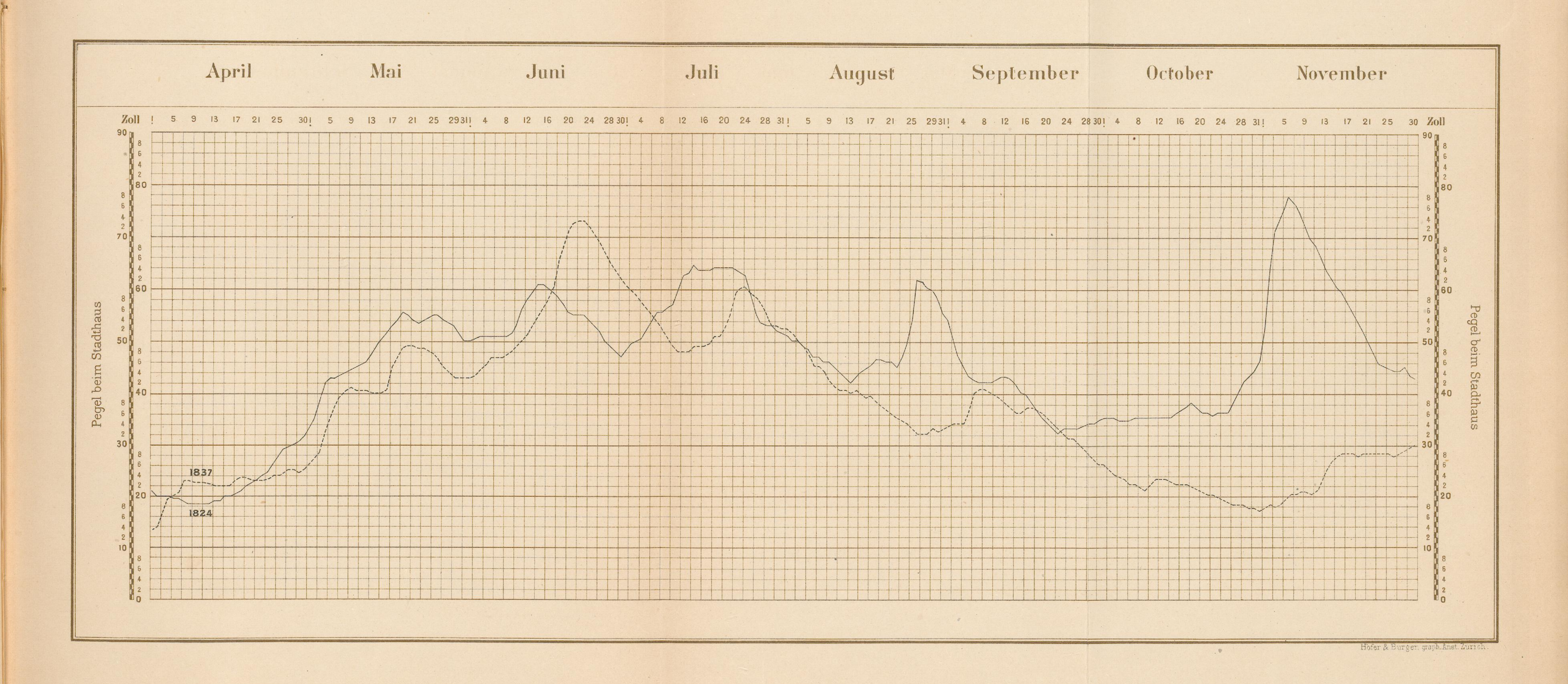
1817 u. 1821.



Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.

HOCHWASSERSTÄNDE VOM ZÜRICHSEE

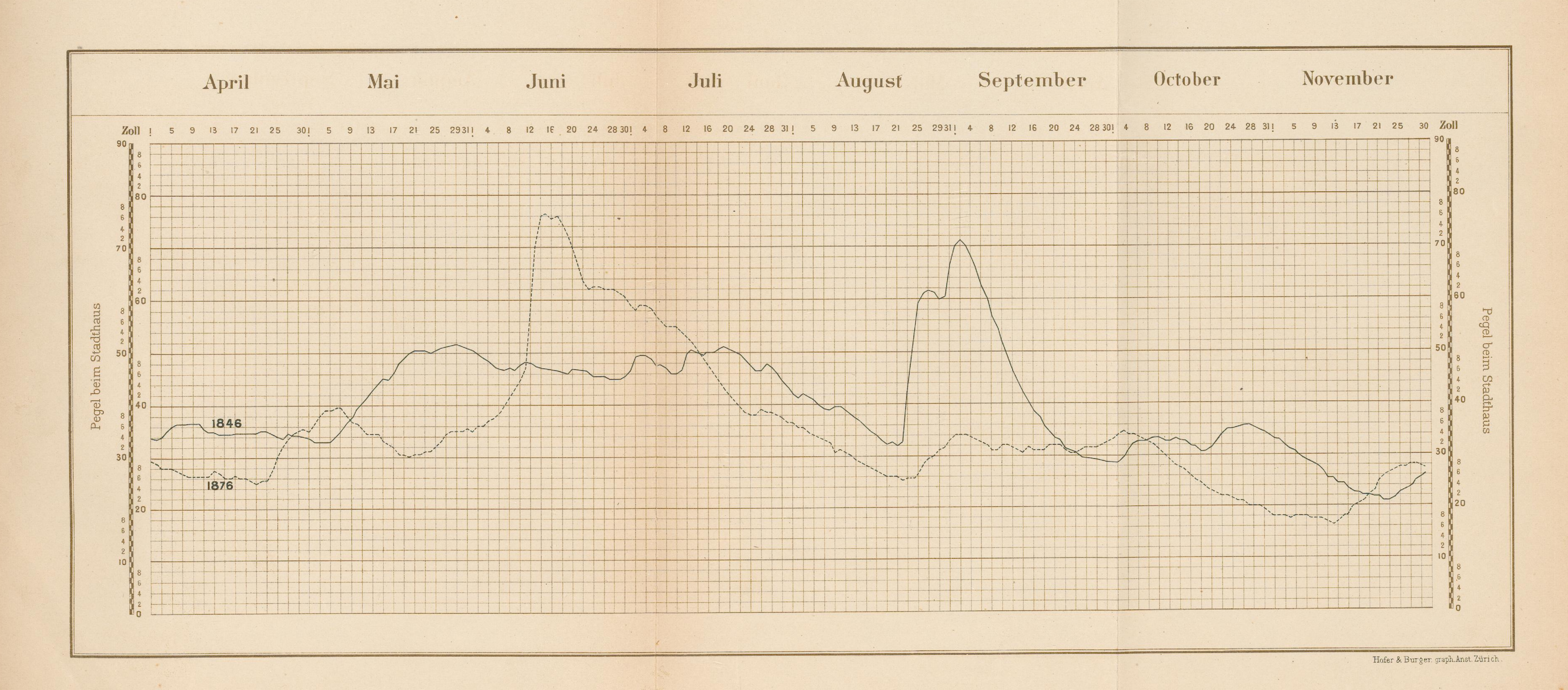
1824 u. 1837.



Hofer & Burger, graph. Anst. Zürich.

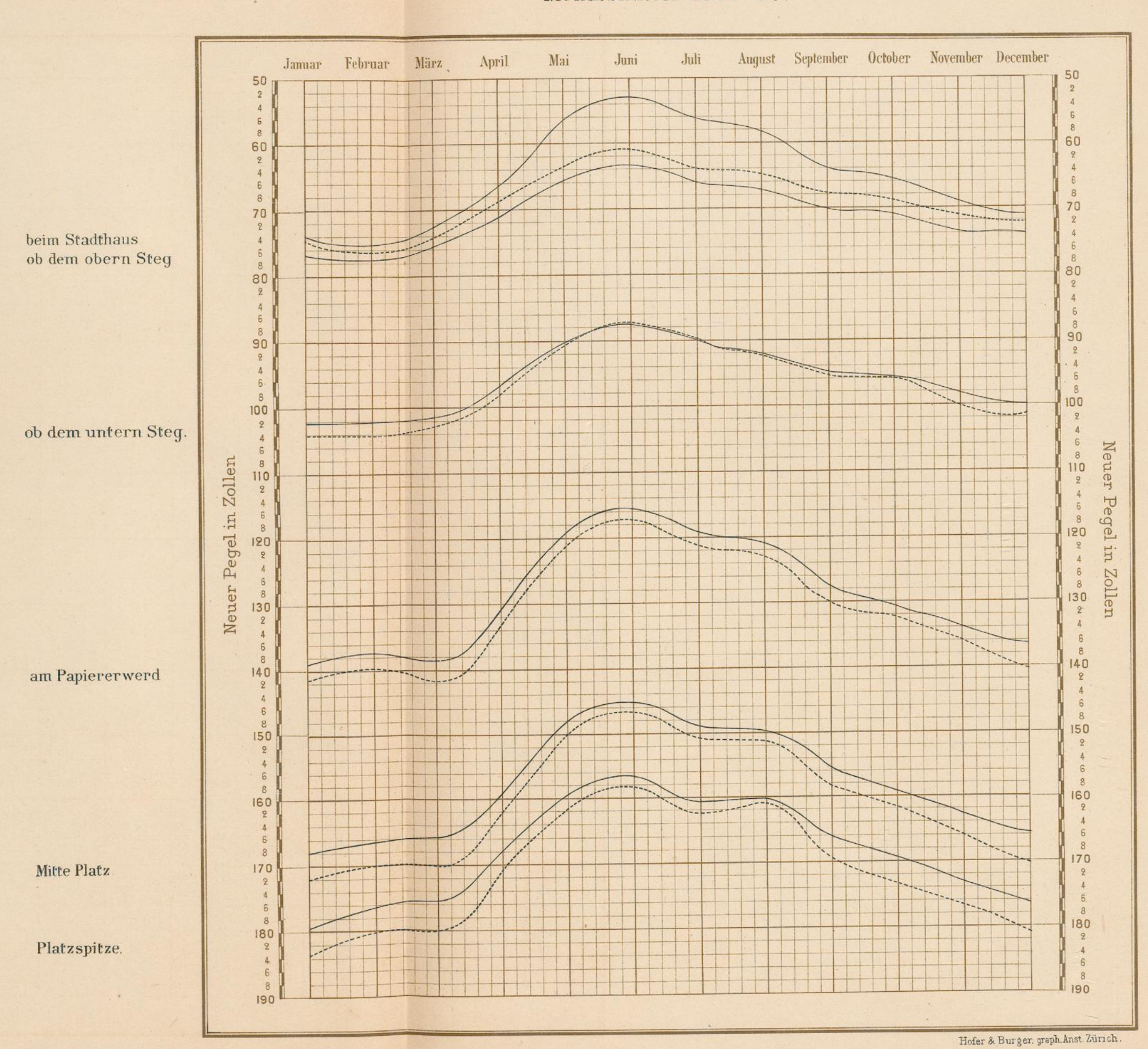
HOCHWASSERSTÄNDE vom ZÜRICHSEE

1846 u. 1876.



Hofer & Burger graph. Anst. Zürich.

RELATIVE WASSERSTÄNDE
des See's und der Limmat in Zürich.
Monatsmittel 1862-76.



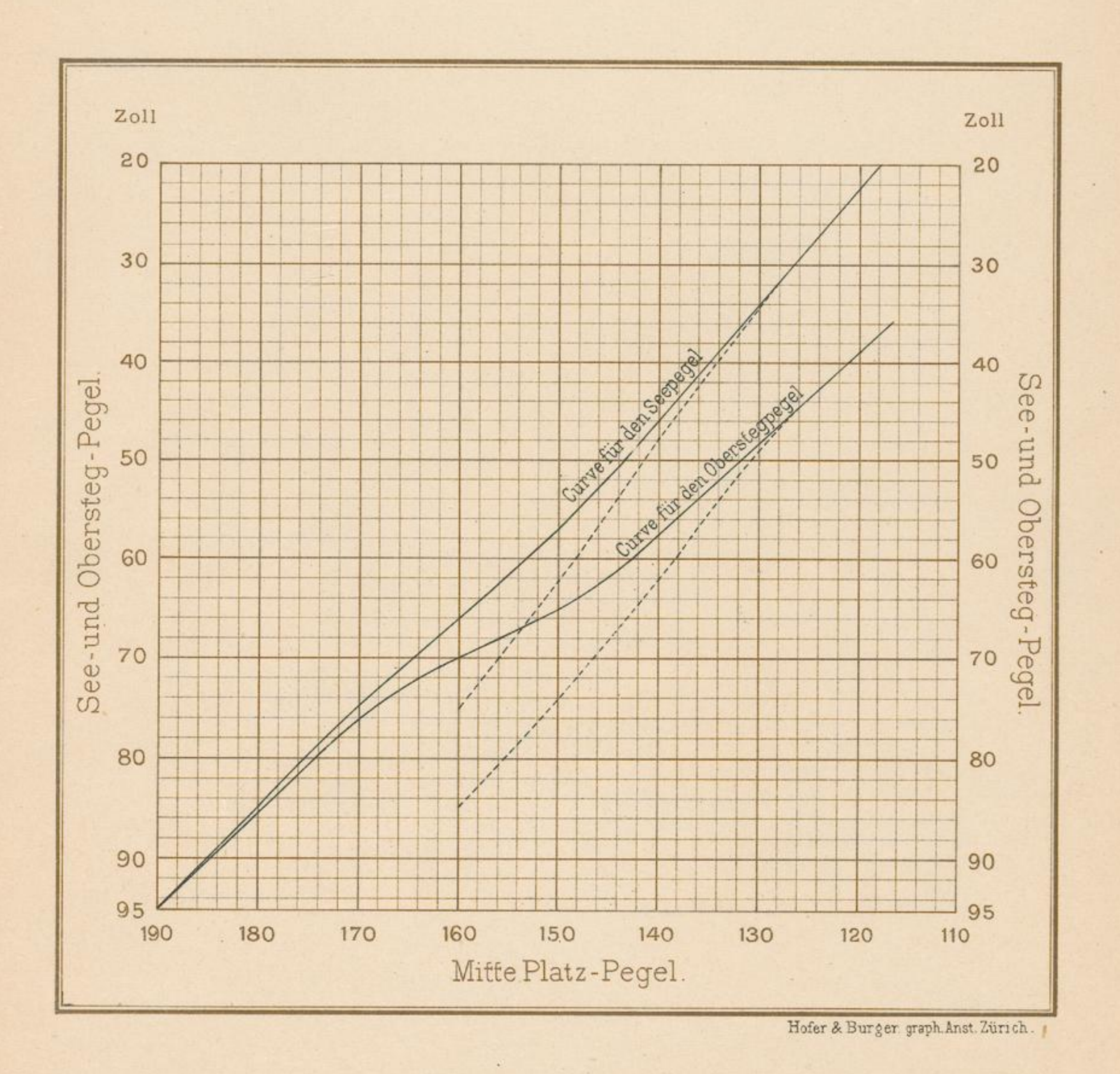
------------ bei abgestelltem Wasserwerk: an Sonn- u. Festtagen u. während der Nacht.

MITTLERES VERHÄLTNISS DER WASSERSTÄNDE

bei den Pegeln

an der **Bauschanze**, am **Obersteg** und **Mitte Platz**

in den Jahren 1862-1876.

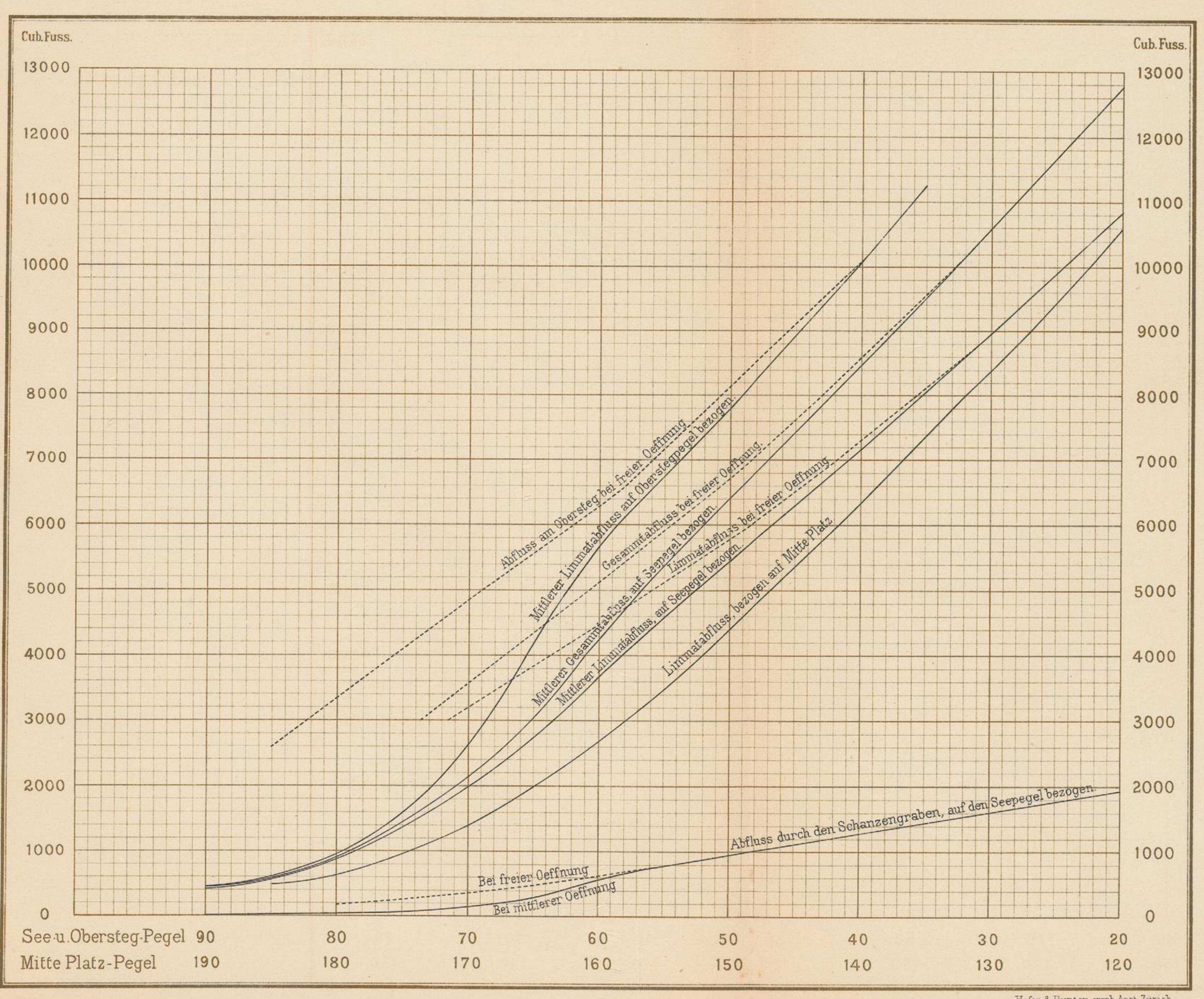


Hofer & Burger graph. Anst. Zürich.


DARSTELLUNG DER AUS DEM SEE ABFLIESSENDEN WASSERMENGE

Tafel XV.

in Cubik-Fuss per Sekunde.



Hofer & Burger. graph. Anst. Zürich.


Tafel XVI.
MONATLICHE HÖCHSTE, MITTLERE UND NIEDRIGSTE WASSERSTÄNDE DES ZÜRICHSEE'S VON 1811 BIS 1882.
Pegel in Schweizerzoll
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882